nature

الطبعة العربية

الدورية الشهرية العالمية للعلوم



عَصْر الإنسان

حول تعريف الأنثروبوسين صفحتا 32 و65

طب

توفير الدماء ينقذ الأرواح

ضرورة إيجاد طُرُق.. للحَدّ من نقل الدمّ (أكثر وسائل العلاج شيوعًا)

صفحة 29

زراعة

حصاد المياه مفتاح أفريقيا الذهبي

تلبية الاحتياجات الغذائية تحتاج استراتيجيات لتخزين مياه الأمطار

صفحة 42

جيوكيمياء حيوية

تَشَبُّع مخازن الكربون الاستوائية

دليل استقرار مخزون ثاني أكسيد الكربون بمحيط غابات الأمازون

صفحة 58

ARABICEDITION.NATURE.COM

مايو 2015 / السنة الثالثة / العدد 32

ISSN 977-2314-55003

nature
الطبعة العربية

رائدة العلوم في العالم العربي
متـاحـةٌ الآن للجميــع ..



لقد كانت مهمتنا دومًا إيجاد سُبُل جديدة ومبتكرة لمشارَكة أحدث الاكتشافات في مجال العلوم، وتطوير النقاش بين المجتمع العلمي العالمي. وتُعَدّ دوريّة *Nature* الطبعة العربية سواء النسخة الورقية المطبوعة، أو الإلكترونية، أو تطبيق الهواتف الذكية بمنزلة مُنْتَدَاك الخاص لقراءة الأبحاث الرئيسة، ومشاهدتها، والاستماع إليها، والمشاركة فيها.

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

nature publishing group npg

nature

مايو 2015 / السنــة الثالثة / العـدد 32

فريق التحرير

رئيـس التحـريـر: مجـدي سعيـد
نائب رئيس التحرير: كريـم الدجـوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسـن بيـومي
محــرر أول: نـهى هنـدي
محــرر علمي: أحمد السيد علي
مدير الشئون الإدارية والمشروعات: ياسمين أمين
مساعد التحرير: رغدة سيد سعد
المدير الفني: محمـد عاشـور
مصمم جرافيـك: عمرو رحمـة
مستشار التحريـر: أ.د. عبد العزيز بن محمـد السـويلم
مستشار الترجمة: أ. د. سلطان بن عبد العزيز المبارك
اشترك في هذا العدد: أبو الحجاج محمد بشير، أحمد بركات، بسام القسامي، حسن حلمي، رضوان عبد العال، سارة عبد الناصر، سائر بصمة جي، سعيد يس، سفانه الباهي، سمير الحفار، صديق عمر، طارق راشد، طارق قابيل، عائشة هيب، لمياء نائل، لينا الشهابي، محمد السيد يحيى، محمد صبري يوسف، منى عبد النبي، نسيبة داود، نهال وفيق، هشام سليمان، هويدا عماد، وسيم عبد الحليم، وليد خطاب.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نيك كامبيل
مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني
(J.Giuliani@nature.com)
الرعاة الرسميون: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى باكستون برس المحدودة، ديربيشاير، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

رسالة رئيس التحرير

القضايا الصحية والبحوث الطبية في شهر

في هذا العدد الثاني والثلاثين من الطبعة العربية، الذي يضم مختارات من أربعة أعداد أسبوعية من *Nature* في الفترة من 12 مارس حتى 2 إبريل 2015، نقدم عددًا من التحقيقات والتقارير التي تتناول بعض القضايا الصحية أو البحوث الطبية الحديثة.

أول ما يقابلك في هذا العدد مقال يحمل رؤية سيث بيركلي، التي يؤكد فيها أن "لقاح الإيبولا لن تكون له فرصة حقيقية في الأسواق التجارية. ولذا.. فمَخَاطِر هذا النوع من الاستثمار يجب أن تتقاسمها الحكومات وقطاع الصناعة".

أمّا في قسم "أخبار في بؤرة الضوء"، فيقدم ديكلان باتلر تقريرًا حول الرصد الجينومي لتطوُّر فيروس إنفلونزا الطيور، يشير في بدايته إلى أنه "لا أحد يعلم مدى قدرة فيروس إنفلونزا الطيور (H7N9) على الانتشار كَوَبَاء بين البشر. وقد أصاب هذا الفيروس ما يزيد على خمسمائة وستين شخصًا في الصين، وقضى على مائتين وأربعة أشخاص منذ اكتشافه في مارس 2013. واليوم، أصبح بين أيدينا صورة أكثر تفصيلًا عن تطور الفيروس وانتشاره، بفضل أكبر دراسة جينومية أُجريت على الدواجن".

وفي قسم التحقيقات نقدم موضوعًا بعنوان "مرض قِصَر النظر يجتاح الصين"، يشير فيه كاتبه إيلي دولجين إلى بعض الحقائق حول المرض، حيث "تشهد بلدان شرق آسيا ارتفاعًا غير مسبوق في مستويات الإصابة بالحَسَر، المعروف أيضًا باسم قِصَر النظر. فمنذ ستين عامًا، كان 10% - 20% من سكان الصين يعانون من قِصَر النظر. أما اليوم، فتصل نسبة المراهقين وصغار البالغين المصابين إلى 90%. وفي سيول، تضخمت نسبة المصابين بقِصَر النظر على مستوى الفئة العمرية البالغة 19 عامًا، ووصلت إلى 96.5%"، وقد "شهدت أجزاء أخرى من العالم أيضًا زيادة كبيرة في عدد الحالات، التي تصيب الآن ما يقرب من نصف الشباب في الولايات المتحدة وأوروبا، وهو ضعف معدل الانتشار منذ نصف قرن. وحسب بعض التقديرات، من الممكن أن يصاب ثلث سكان العالم ـ أي 2.5 مليار نسمة - بقصر النظر مع حلول نهاية هذا العقد. يقول بادماجا سانكاريدرج، رئيس برنامج علاج الحَسَر في معهد بصريات برلين هولدن في سيدني الأسترالية: "إننا ماضون في الطريق المؤدية إلى وباء قصر النظر". ويقدم التحقيق الآراء العلمية التي قد تفسر هذه الظاهرة.

أما التحقيق الآخر، الذي يحمل عنوان "توفير الدماء ينقذ الأرواح"، فتشير فيه كاتبته إميلي أنثيس إلى حقائق حول دور نقل الدم في إنقاذ الحياة، أو الإضرار بها، وهي القضية التي يحاول التحقيق تغيير الاقتناع الراسخ حولها، حيث تُعتبر إجراءات نقل الدمّ من العمليات الشائعة، في الدول المتقدمة على أقل تقدير. ففي عام 2011، نقل الأطباء في الولايات المتحدة 21 مليون وحدة من الدمّ ومشتقاته؛ وفي المملكة المتحدة، وصل الرقم إلى قرابة 3 ملايين وحدة. ورغم أن عمليات نقل الدمّ قد تنقذ الحياة، فإنها كثيرًا ما تكون غير ضرورية، وربما تكون ضارّة في بعض الأحيان. وفي هذا.. يقول ستيفن فرانك، طبيب التخدير، ومدير برنامج إدارة بنك الدم في جهاز جون هوبكنز الصحي في مدينة بالتيمور بولاية ميريلاند: "أعتقد أننا تعرّضنا لنوع من غسْل المخ، لكي نظن أن الدمّ ينقذ الأرواح".

أما ميكايلا كون، فتقدِّم في قسم "أنباء وآراء" تقريرًا بعنوان: "جزيء كبير القلب"، يتناول آخِر البحوث حول قصور القلب المزمن "المرض الذي لا يتمكن القلب فيه من ضخّ كمية كافية من الدم؛ لتلبية احتياجات الجسم، وهو السبب الرئيس للوفاة في جميع أنحاء العالم. وارتفاع ضغط الدم المستمر هو عامل الخطورة المهمّ الذي يؤدي إلى قصور القلب، لأنه يزيد من عبء العمل على القلب، مما يزيد بدوره من حجم وقوة الخلايا العضلية للقلب، وهي الحالة التي تُعرف باسم (تضخُّم القلب). وعلى المدى الطويل، يمكن لهذه الحالة أن تسبِّب تغيرات جزيئية وبنيوية دائمة في خلايا القلب العضلية، مضعفة من تقلّص القلب واسترخائه. ولمواجهة هذا الخطر، يُطْلِق القلب هرمونات ببتيديّة مُدِرَّة للصوديوم، تخفِّض ضغط الدم، وتعطي تأثيرات مباشرة واقية للقلب، لكن إشارات الببتيد المُدِرّ للصوديوم تصبح ضعيفة عند الإصابة بقصور القلب. وفي هذا العدد، يوضح لي وزملاؤه أن استعادة هذه الإشارات قد تكون استراتيجية مفيدة لعلاج قصور القلب".

رئيس التحرير
مجدى سعيد

المحتويات

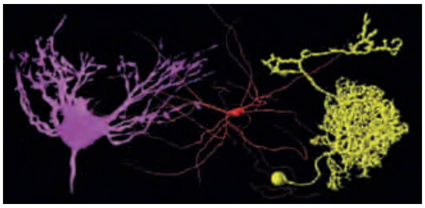
مايو 2015 / السنة الثالثة / العدد 32

هــذا الـشـهــر

مهن علمية

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: arabicedition.nature.com/jobs

أخبـــار فى دائرة الضــوء

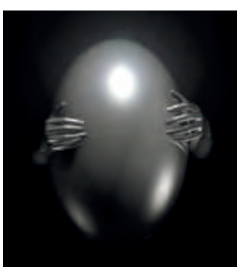


تحقيقات



تعليقات





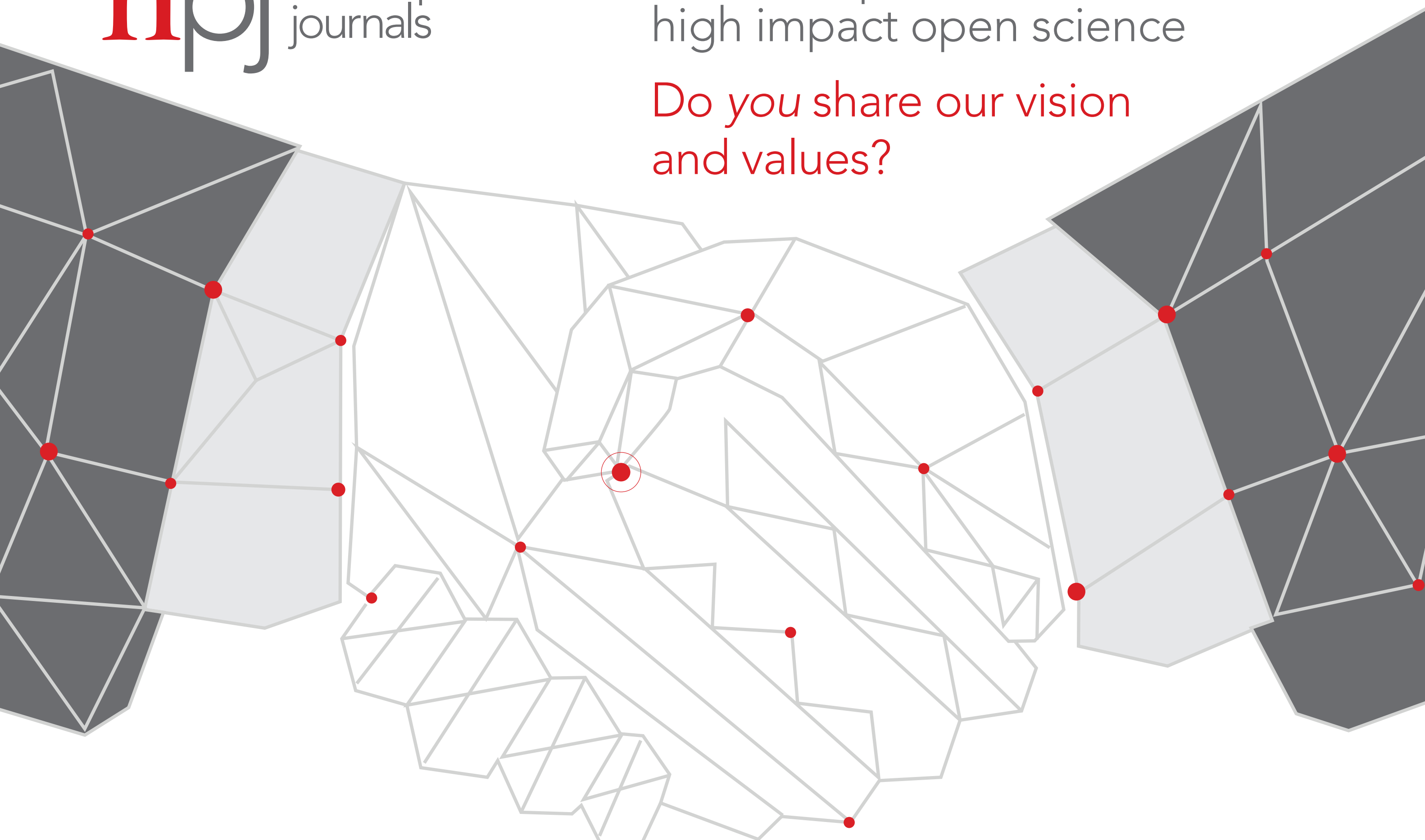
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

مايو 2015 / السنة الثالثة / العدد 32

أبحـــاث

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



إعـــادة التفكيـــر في الدمـــاغ البشـــري

يؤكِّد تقرير مستقل عن مشروع الدماغ البشري أن منتقدي هذا المشروع لديهم أسباب وجيهة؛ حيث تحتاج إدارته وتوجُّهه العلمي إلى بعض التعديلات.

على غِرار الدماغ البشري، يَستعصِي "مشروع الدماغ البشري" HBP- التابع للمفوضية الأوروبية، وتبلغ تكلفته مليار يورو ـ على التفسيرات البسيطة.. فمنذ انطلاقه قبل 18 شهرًا، بدا هذا المشروع العملاق لأغلب المراقبين معقدًا ومربكًا؛ مما حدا بالكثيرين - سواء من العلماء، أو غيرهم - إلى تقبُّل التوصيف الصادر عن قياداته وآلته الإعلامية، حيث أكَّدوا أن الهدف الأساسي من هذا المشروع هو محاكاة الدماغ البشري بالكامل، من خلال كمبيوتر فائق؛ وبالتالي إيجاد العلاج المناسب للاضطرابات النفسية والعصبية.

وعلى غِرار تفسيرات بسيطة عديدة للدماغ البشري، أثار هذا الوصف ردود أفعال واسعة في أوساط علماء الأعصاب، بلغت ذروتها في الصيف الماضي في شكل انتفاضة واسعة النطاق، عندما قام مئات الباحثين بالتوقيع على خطاب انتقادي مفتوح للمفوضية (www.neurofuture.eu)، أكَّدوا فيه أن الإدارة الاستبدادية للمشروع تدفع به خارج المسار العلمي المخصَّص له، فضلًا عن مبالغتها في المدى الإكلينيكي الذي يمكن أن يصل إليه.

في الأسبوع الثالث من شهر مارس الماضي، أصدرَتْ لجنةٌ تأسَّسَتْ لبحث هذه الشكاوى، والتوسُّط لحل النزاع تقريرها، الذي اتسم - هذه المرة - بوضوح النقاط الرئيسة الواردة فيه، حتى لغير المتخصصين. وأثبت التقرير صحة موقف علماء الأعصاب الثائرين، وأن المشروع في طريقه إلى الفشل، ويحتاج إلى العديد من الإصلاحات.

أيَّدَت الانتقادات - التي تضمَّنها التقرير - مخاوف العلماء. وأضاف التقرير أن المشروع يعاني من الفشل، ليس فقط على مستوى الإدارة، وإنما على مستوى التخطيط العلمي أيضًا، لا سيما فيما يتعلق بالهدف الأساسي الخاص بمحاكاة الدماغ البشري بالكامل، الذي طالما اعتبره منتقدو هذا المشروع هدفًا غير واقعي.

تَجَسَّدَ جوهر المشكلات التي تعاني منها الإدارة في إحدى العِبارات الواردة بالتقرير - الخاصة بالقائد الفعلي للمشروع، هنري ماركرام، الأستاذ بالمعهد الفيدرالي للتكنولوجيا في لوزان، سويسرا - حيث أشارت هذه العِبارة إلى أن: "العالِم المسؤول عن التنسيق... ليس فقط مجرد عضو في الجهات المنوط بها اتخاذ القرارات، وسائر الجهات الإدارية والتنفيذية، لكنه يتولى أيضًا رئاسة هذه الجهات، فضلًا عن الإشراف على الإجراءات والعمليات الإدارية التي تدعمها. وبالإضافة إلى ذلك.. فهو عضو في كافة المجالس الاستشارية، ومسؤول - في الوقت ذاته - عن رفع تقارير إليها. كما أنه مسؤول أيضًا عن تعيين أعضاء فريق الإدارة، ورئاسة الإدارة التشغيلية للمشروع".

إن مواجهة هذه المشكلات، رغم فداحتها؛ لإيجاد حلول جذرية لها صارت ضرورة، لا مفر منها؛ فمقوِّمات الإدارة الجيدة لا تَخفَى على أحد، كما أن مجلس إدارة المشروع قد بادر - قبل صدور التقرير - بإجراء بعض التعديلات الضرورية، التي كان من بينها - على سبيل المثال - حل المجلس التنفيذي الثلاثي - الذي تركّزت في يديه السلطة - في شهر فبراير الماضي.

إن هذا التغيير - كما أوضحت اللجنة المستقلة - لا يفي بالغرض. ويبقى التغيير في التوجه العلمي أمرًا جوهريًّا، لا مناص منه. وفي النهاية، لا يجب أن ننسى أن قرار المجلس التنفيذي (المنحل حاليًّا) باستبعاد عِلْم الأحياء الإدراكي، وعلم أحياء الأنظمة من المرحلة القادمة من المشروع هو ما أدَّى إلى اندلاع تلك الثورة في الصيف الماضي.

يذكر التقرير أن طموح محاكاة الدماغ البشري بالكامل لا يزال سابقًا لأوانه، وأنّ على "مشروع الدماغ البشري" أنْ يصب جُلّ اهتمامه من جديد على تفعيل أساليب وأدوات تكنولوجية - لا سيما مِنصّات البرمجيات، ومِنصّات الأجهزة المبتكرة - لصالح المعلوماتية العصبية. ويمضي التقرير إلى أبعد من ذلك.. فيؤكد على ضرورة التعاون بين التخصصات المختلفة، التي تضم علماء في علم الأعصاب الإدراكي، وعلم أعصاب الأنظمة؛ لتطوير هذه المِنَصّات، والتحقق من صحتها. كما يجب أن تكون هذه المِنَصّات عونًا على معالجة المشكلات الملموسة، مثل مشكلات الملاحة الفضائية، وصناعة القرار الموجَّه نحو الهدف.

ويشير التقرير أيضًا إلى الخطأ الذي وقع فيه القائمون على المشروع باستبعاد البحث العلمي في مجال الرئيسيات غير البشرية، الذي كان يمثل "الممر الآمِن" بين دماغ الفأر الصغير - الذي تركزت فيه أغلب بيانات علم الأعصاب - والدماغ البشرية.

ويبقى السؤال: ماذا يمكن أن نفعل الآن؟ إن نجاح جهود الوساطة يتطلب، ليس فقط تقبُّل إدارة "مشروع الدماغ البشري" لما ورَد بالتقرير، وإنما "تنفيذ توصياته بكل دقة وإتقان". ورغم ذلك.. فإن أغلب أعضاء مجلس إدارة المشروع - حسبما يؤكد التقرير - يعتقدون أن توصيات لجنة الوساطة سوف تحوِّل "مشروعهم الأسطوري إلى مشروع عادي، وأن محاكاة الدماغ البشري حاسوبيًّا تمثل نقطة التميز والتفرد في هذا المشروع".

«يتعرض مشروع الدماغ البشري للفشل الذريع، ولابد من إنقاذه».

لقد تعهَّد العلماء الذين وقَّعوا على الخطاب المفتوح بعدم التعاون مع المشروع، ما لم تتم معالجة مخاوفهم؛ ولذا.. فإنّ استمرار المشروع أصبح رهنًا بنجاح مجلس إدارته - مهما كانت شكوك أعضاء المجلس - في استعادة الثقة، وذلك بالتعهد بتنفيذ التوصيات الواردة في تقرير الوساطة الخاصة بالعلوم.

وإذا نجح مجلس الإدارة في ذلك؛ فسوف تكون لدى الجميع الفرصة لفهم حقيقة المشروع، دون توتر، باعتباره مشروعًا يهدف إلى تفعيل تكنولوجيا جديدة؛ لمساعدة علماء الأعصاب على فهم الدماغ البشري، والأمراض التي تصيبه.

وهذا الهدف.. وإنْ بدا بسيطًا، إلا أنه عظيم، ويمثل مكمِّلًا مثاليًّا لمبادرة الدماغ الأمريكية، التي تدعم تطوير أنواع أخرى من التكنولوجيا العصبية. إن وضْع هذه الأدوات في نصابها الصحيح يعني ـ ببساطة ـ أن واحدًا من أكبر التحديات التي تواجهها العلوم سوف يتعرض لهجوم منهجي ومنظَّم. ■

... حتـــى يحيـــن الوقـــت المنـــــاســـب

لا يزال على الباحثين في علم طبقات الأرض أن يقرِّروا إذا كان عصر الأنثروبوسين يمثل وحدة جديدة في الزمن الجيولوجي، أم لا.

في برلين الغربية، يرتفع جبل الشيطان ثمانين مترًا فوق سطح المناظر الطبيعية المحيطة، وتصبح رؤيته واضحة من كافة أرجاء المدينة. ويُطلَق على هذا الجبل بالألمانية (*Teufelsberg*)، وهو بدائي الشكل، تكسوه الأشجار، رغم أن وجوده لم يمض عليه سوى سبعين عامًا من الزمان. وفي الماضي، تم التعامل معه كمستودع نفايات لما يزيد على خمسة وعشرين مليون متر مكعب من الأنقاض التي تمت إزالتها من الشوارع في أعقاب

الحرب العالمية الثانية. لذا.. كان من الملائم أن يزوره الباحثون؛ ليقوموا بتقييم التأثير الجيولوجي للإنسان على هذا الكوكب.

أُطلِق على الباحثين الزائرين اسم "فريق عمل الأنثروبوسين"، وكانت وظيفتهم معقدة للغاية؛ وهي تحديد ما إذا كان العالَم قد دخل عصرًا جديدًا من عصور الزمن الجيولوجي (عصر الأنثروبوسين)، أم لا.

وبينما واصل الفريق عمله في تقييم الأدلة، بدا أن أطرافًا أخرى على ظهر هذا الكوكب قد حسمت أمرها؛ فأصدرت ثلاث دوريات مخصصة لدراسة عصر الأنثروبوسين. كما تبنَّى ـ بحماس شديد ـ أنصار البيئة وآخرون ـ ومن بينهم فنانون وعلماء اجتماع ـ هذا المصطلح ودلالاته المتعددة. وإضافة إلى ذلك.. فقد أوصت دورية *Nature*، منذ أربع سنوات، بضرورة اعتراف الجيولوجيين رسميًّا بمصطلح "الأنثروبوسين"، بدافع أن المصطلح "يرسم إطارًا قويًّا للاهتمام بالتغيرات العالمية، وكيفية التعامل معها"، (انظر: *Nature* **473**, 254; 2011). وبالرغم من حَسْم كثيرين لموقفهم من الاعتراف الرسمي بهذا المصطلح، إلا أن هؤلاء الذين تشكِّل آراؤهم قيمة كبرى لم يعبِّروا عنها بعد.

> «من المهم أن نتيح للباحثين في طبقات الأرض الوقتَ والمكان المناسبين؛ للنظر في النتائج المترتبة على الاعتراف الرسمي بمصطلح الأنثروبوسين».

اتسم فريق عمل الأنثروبوسين بالتنوع؛ فقرابة نصف الباحثين ـ البالغ عددهم ستة وثلاثين باحثًا ـ من الجيولوجيين، بينما شكَّل الآخرون خليطًا من الباحثين في مجالات الآثار، والحفريات، والغلاف الجوي، وخبراء الطقس، فضلا عن ممثلين عن تخصصات علمية أخرى. ومع أن هؤلاء الباحثين لم يتقاضوا أجرًا على مدار السنوات الست الماضية، ولا يجدون ـ في أغلب الأحوال ـ وسيلة للتواصل فيما بينهم، سوى عن طريق البريد الإلكتروني، إلا أنهم لا يألون جهدًا في تدقيق وفحص الأدلة والحجج الخاصة بتوقيت بداية هذا العصر، ونوع المحددات الجيولوجية التي يمكن من خلالها تعريف الأنثروبوسين، فضلًا عما إذا كان هذا العصر جديرًا بالاعتراف به كوحدة مستقلة في التاريخ الجيولوجي للكرة الأرضية، أم لا.

وفي ظل المطالبة العامة بالاعتراف بعصر الأنثروبوسين، يجب أن يَحسِم باحثو علم طبقات الأرض هذا القرار المتعلق بالجدول الزمني الجيولوجي، لأنهم يمثلون الفئة المضطلعة بدراسة الأدلة المطمورة في الصخور، ورواسب المحيطات، والعيِّنات اللُّبِّيَّة الجليدية، وسائر الرواسب الجيولوجية. ويتعين على هؤلاء الباحثين عدم التأثر بهذا اللغط، واتخاذ القرار المناسب بشأن ما إذا كان عصر الأنثروبوسين يمثل وحدة مناسبة جديدة بعلم تأريخ طبقات الأرض، أم غير ذلك. وسوف يُعرض اقتراحهم بعد ذلك على الهيئة الدولية المعنية بعلم طبقات الأرض (ICS)، والاتحاد الدولي للعلوم الجيولوجية؛ من أجل عملية التصويت.

تبقى هذه العملية محافِظة ومقاوِمة للتغيير، لأن الجدول الزمني أداة يستخدمها عشرات الآلاف من باحثي الجيولوجيا حول العالم، كما أن التغيير يمكن أن ينتج عنه قَدْر غير قليل من الارتباك. لذا.. تشترط الهيئة الدولية المعنية بعلم طبقات الأرض توافُر مبررات علمية قوية؛ لإجراء أي تعديلات. ويظل السؤال الأساسي الذي يلحّ بقوة على أعضاء فريق العمل والهيئة الدولية: هل سيجد الجيولوجيون أنه من المفيد تحديد عصر الأنثروبوسين في السجل الصخري، الذي يمثل التجسيد المادي للجدول الزمني؟ ومن المرجح أن يكون عصر الأنثروبوسين هو العصر التالي لعصر الهولوسين، الذي بدأ في نهاية العصر الجليدي الأخير، منذ حوالي 11,700 عام.

إذا كنا نعيش حاليًّا في عصر الأنثروبوسين، فمتى بدأ تحديدًا؟ تشير عدة اقتراحات أولية إلى الثورة الصناعية، باعتبارها نقطة البداية، إلا أن آراء عديدة ترى تزامن هذه البداية مع نهاية الحرب العالمية الثانية، حيث ارتفع ـ منذ ذلك الحين ـ تعداد السكان في العالم بنسبة 180%، كما ارتفعت معدلات استهلاك المياه بنسبة 215%، واستهلاك الطاقة بنسبة 375%. وهو ما أطلق عليه الباحثون "التسارع العظيم"، الذي أدَّى إلى تشوُّه تركيبة الغلاف الجوي، واحترار الأرض، وتآكل طبقة الأوزون، وحموضة مياه المحيطات. وفي هذا السياق.. يشير البرنامج الدولي للغلاف الأرضي والمحيط الحيوي ـ الذي رَصَد بيانيًّا هذه التغيرات ـ إلى أن "الستين عامًا الأخيرة شهدت ـ بصورة لا تقبل الشك ـ أكبر التحولات التي عرفها تاريخ الجنس البشري في علاقة الإنسان بالعالَم الطبيعي".

يبدو واضحًا أن هذه الاضطرابات الكوكبية الكبرى سوف تسوِّغ الاعتراف بعصر الأنثروبوسين في الجدول الزمني الجيولوجي، إلا أنها ربما لا تنعكس بجلاء في الأدلة الموجودة بطبقات الصخور. ففي أجزاء كبيرة من العالَم، يبقى السجل الجيولوجي للخمس وستين سنة الأخيرة هزيلًا، أو منعدمًا. ويتجلّى ذلك في البحار العميقة، التي شهدت قيعانها تراكم أقل من مليِّمتر من الرواسب، وأصبح من الممكن زوالها، نظرًا إلى زيادة حموضة مياه المحيطات. ولا يختلف الحال كثيرًا بالنسبة إلى علامات التغير الجوي المتوطنة في نهر ثلجي استقر مؤخرًا، إلا أن الجزء الأكبر من هذا السجل ربما يتعرض للاختفاء في القرون القادمة، نتيجة للاحترار العالمي.

ولا يزال أمام فريق العمل قَدْر كبير من العمل، قبل أن يتمكّن من الاعتراف بعصر الأنثروبوسين، أو يقوم بتعريفه. وإذا صدر قرار اللجنة أو المستويات الأعلى في التدرج الهرمي الجيولوجي ضد تعديل الجدول الزمني، فهذا لا يعني اختفاء عصر الأنثروبوسين، حيث سيظل كثيرون من المتخصصين وغير المتخصصين يستخدمون هذا المفهوم واللفظ، بالطريقة نفسها التي يستخدمون بها مصطلحات أخرى، مثل "العصر الحجري الحديث"، أو "العصر الحجري".

في هذه الأثناء.. من المهم أن نتيح للباحثين في علم طبقات الأرض الوقتَ والمكان المناسبين؛ للنظر في النتائج المترتبة على الاعتراف الرسمي بمصطلح الأنثروبوسين، بحيث لا يمكن معاودة النظر في أي تغيير من هذا النوع لمدة عقد على الأقل. ومن ثم، سيجد المجتمع الجيولوجي نفسه مضطرًا للتعايش مع قراره؛ وتحمُّل تبعاته لفترة قادمة. ■

الفكاهة الجوفاء

السلوكيات المشوَّهة التي يبديها العامة تجاه حالات الصحة النفسية تضع العراقيل في طريق العلاج.

تُرَى، ما هو الأمر المثير للضحك في اضطراب الوسواس القهري؟ قام البروفيسور بول سيفالو ـ أستاذ اللغة الإنجليزية بكلية لافاييت في إيستون بولاية بنسلفانيا ـ بتوجيه هذا السؤال في مقالة له نُشرت في عام 2009، تعرّضت لتحليل الأسباب التي تجعل التعبير عن اضطراب الوسواس القهري في وسائل الإعلام غالبًا ما يأخذ شكل "الفكاهة والهزل" بشكل يفتقد إلى أبسط قواعد العدل والإنصاف (P. Cefalu *PMLA* http://doi.org/c2mtt4; 2009). فعلى النقيض من اضطرابات الصحة النفسية الأخرى، مثل الاكتئاب، والفصام، تجد أن الأشخاص المصابين بالوسواس القهرية، كما كتب سيفالو، "يمكن دائمًا استغلالهم في إثارة الضحك لدى المشاهدين والمستمعين".

مع ذلك.. تخفّ هذه الضحكات كثيرًا على أرض الواقع، كما يتضح في مسرحية "الغرفة" *The Room* وهي من أعمال السيرة الذاتية، وتقوم ببطولتها امرأة واحدة بمفردها، وتتناول مسألة اضطراب الوسواس القهري، وقد كتبتها وقامت بتمثيلها لورا جين دين. وتشير إيميلي هولمز في تحليلها النقدي لهذه المسرحية، بوصفها "حكاية مؤثرة وجادة تتناول حياة امرأة تتعرض لحالة من حالات الصحة النفسية، إضافة إلى المراحل التي تخوضها في طريق العلاج، ولكنها تنجح في تجاوز تلك الحالة".

إن وَصْف حالات الصحة النفسية والعقلية (أو لِنَكُن أقل حرصًا من الناحية الدلالية، ونطلق عليها اسم "حالات المرض النفسي") في وسائل الإعلام والثقافة الشعبية له تأثير بالغ على الطريقة التي ينظر بها كثير من الأشخاص إلى ذلك النوع من الأمراض، وكذلك إلى المصابين بها. فتجد الأطباء على رأس الشخصيات المهنية الأكثر تناولًا في الروايات والأعمال الأدبية، بعد المحامين، وضباط الشرطة، وكثيرًا ما يظهر الأطباء النفسيُّون في تلك الأعمال. وعلى الرغم من الإحصائية كثيرة الاقتباس، التي تقول إن واحدًا من بين كل أربعة أشخاص يتعرض لحالة من حالات المرض النفسي في مرحلة ما من حياته، ينظر كثيرون إلى الواقع الطبي عن بُعْد، ويكتفون بإلقاء نظرة خاطفة عبر الشاشة الفضية على الحياة البائسة التعيسة التي يعيشها شخص آخر. وعندما تكون هذه الصورة مشوهة أو محرَّفة، فإن النتيجة تكون مزيجًا من الخوف وعدم الثقة، ليس فقط تجاه الأشخاص المتخصصين في مجال الصحة النفسية، وإنما أيضًا تجاه المرضى أنفسهم.

لذا.. فإن السؤال المُلِح هو: لماذا نما لدى هوليوود وبقية مصادر الثقافة الشعبية فَهْم خاطئ للطب النفسي في أغلب الأحيان؟ لماذا ما زلنا حتى الآن نتحدث عن أريكة الطبيب النفسي، في حين أن معظم الأشخاص الذين يترددون على الطبيب النفسي لا يستلقون عليها مطلقًا؟

هناك حكايات كثيرة تَعْرِض المرض فحسب، أو ـ على الأقل ـ صورة نمطية بشعة للمرض، وليس للشخص المصاب به. الأمر الأكثر أهميةً أن تلك الأعمال لا تَعْرِض كيف يمكن للشخص ـ في أغلب الأحيان ـ التعافي باستخدام العلاج السليم. ففي الحقيقة، يندر وجود الأدوية التي يمكنها تحقيق المعجزات في الطب النفسي، كما هو الحال في الطب العضوي، لكن كثيرًا من الأشخاص الذين يعانون من مشكلات نفسية، إن لم يكن معظمهم، يمكن أن يشعروا بالتحسن إذا تَلَقّوا النوع الصحيح والمناسب من المساعدة. ومن المهم الإقرار والاعتراف بذلك الأمر، ووصفه.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

على سبيل المثال.. طرحت دراسة نُشرت في فبراير الماضي في دورية "سوشيال ساينس آند ميديسين" *Social Science and Medicine* (E. E McGinty *et al*. *Soc. Sci. Med*. http://doi.org/2v4; 2015) اقتراحًا يفيد بأن القصص والحكايات التي تتناول حياة الأشخاص الذين تم علاجهم بنجاح من الاكتئاب والفصام وإدمان المخدرات قد أسهمت في التقليل من المواقف والاتجاهات السلبية تجاه المرض النفسي لدى الأشخاص الذين سمعوا بها. أمّا القصص التي تتناول المشكلات نفسها، ولكن لم يتم علاجها بشكل ناجح، فقد نتج عنها مزيد من الاستعداد للتمييز بحق الأشخاص المصابين بتلك الأمراض. من المعروف أن ذلك التمييز والتحامل يكونان بمثابة عائق في طريق شفاء هؤلاء الأشخاص، لأنهم يمكن أن يجدوا أنفسهم منبوذين أو مرفوضين اجتماعيًّا، عندما تنتشر حولهم أخبار الحالة التي يعانون منها.

«الطريقة المستخدَمة في تعطيل دورة المرض المدمرة، التي تتمثل ـ تحديدًا ـ في علاج اضطراب الوسواس القهري، تتلخص في مقاومة تلك الطقوس».

ربما تكون هناك طريقة ـ فيما نطرحه في السطور القادمة ـ لمواجهة وصمة العار التي تلتصق بالمرض النفسي. فلا يجب أن يكتفي العلماء والصحفيون وأفراد الحملات بمجرد "رفع درجة الوعي" من خلال إلقاء الضوء على حقيقة تلك الحالات، ومن خلال توجيه النقد العلني لأولئك الذين يسيئون استخدام المصطلحات والمفردات اللغوية الخاصة بالطب النفسي. ولا يكفي أيضًا توضيح أن عبارات مثل "سياسة خارجية مصابة بالفصام"، و"أنت موسوس إلى حد ما" تتضمن قدرًا من الإهانة والإساءة، لأنها تسيء التعبير عن المعاناة الحقيقية للمرضى، بل وتستخِفّ بها. ولا تكفي إضافة إلى كل ذلك التشديد على الأساس البيولوجي للمرض النفسي. فمن أجل إحداث تغيير حقيقي في المواقف والاتجاهات العامة، لا بد أن تصدر الرسالة مرارًا وتكرارًا، وتعلن للجميع أن هذه المعاناة يمكن تخفيفها والحدّ منها.

لكي ننجح في ذلك.. فإن أمامنا تحديًا كبيرًا يتمثل في مواجهة الأساطير الثقافية ذات التأثير القوي، التي من أهمها فكرة أن المرض النفسي نعمة ومنحة، ولا بد أن تصاحبه فوائد ومنافع كثيرة. فعادةً ما يصوِّر الناسُ حالات المرض النفسي بوصفها وسيلة مختلفة لرؤية العالم، بدءًا من افتراض أن الأشخاص المصابين بالفصام تتعزز لديهم القدرات الإبداعية والرؤى الدلالية المعبِّرة، وانتهاءً بزَعْم أن الأشخاص المصابين بالتوحُّد لديهم قدرات إدراكية ومعرفية متميزة، وبُعْد نظر متفرد. هذا الإحساس بالمصير المحتوم ربما يخفف من وَقْع الصدمة على الجمهور، بل وحتى على بعض المرضى، ولكنه يغذي الانطباع المؤذي بأن الأطباء النفسيين لا هَمّ لهم سوى تجريد أصحاب القدرات الخاصة من مواهبهم وإمكانياتهم الفريدة. ومن ثم، يكون من الصعب جدًّا على المرضى الذين يعانون من مشكلات تتعلق بالصحة النفسية أن يَنْشُدوا المساعدة بدون خوف من الأطباء الذين يُعتبَرون أنسب الأشخاص لتقديم هذه المساعدة.

أخيرًا، ما الذي يمكن أن يثير الضحك في اضطراب الوسواس القهري؟ الإجابة ـ كما يخلص إليها سيفالو ـ تتمثل في التباين والتناقض الذي يميز هذا النوع من المرض النفسي، فكلما اجتهد الشخص المصاب بدرجة أكبر في مساعدة نفسه، من خلال بعض الطقوس التي تبث الراحة في نفسه؛ ساءت معاناته وعظمت. أما الطريقة المستخدَمة في تعطيل دورة المرض المدمرة، التي تتمثل ـ تحديدًا ـ في علاج اضطراب الوسواس القهري، فتتلخص في مقاومة تلك الطقوس، أي في التوقف عن العمل بناءً على ما يطلبه الجمهور. وهذا بالتحديد هو ما تمكّنت لورا جين دين من القيام به، بل كان ذلك علاجها، وكانت تلك قصتها... فلا يُشترَط أن تكون القصة مضحكة، لكي تنتهي نهاية سعيدة. ■

إنقــاذ الأشجـــار

يجب على العالَم أن يحذو حذو البرازيل، وأن يقدِّم المزيد لحماية الغابات واستعادتها.

عندما أخذَتْ أعمال إزالة الأشجار في غابات الأمازون البرازيلية في التراجع قبل نحو عقد من الزمان، أرجع عديد من العلماء وخبراء البيئة هذه الظاهرة إلى توجُّهات غير ذات صلة، غَشت الأسواق العالمية؛ وأدَّت إلى خفض الإنتاج الزراعي فيما بين عامي 2005 – 2006. وفضلًا عن ذلك.. افترض الجميع أن دولة نامية مثل البرازيل ستعجز ـ في الغالب ـ عن بسط سيطرتها على هذا المجال، وأن الفلاحين وأصحاب المزارع لن يلبثوا أن يعودوا إلى عاداتهم القديمة، لكنّ شيئًا من هذا لم يحدث، فقد استعاد الإنتاج معدلاته القديمة، وتجاوَزها، بينما استمرت معدلات إزالة الأشجار في التراجع. لقد أثبتت البرازيل خطأ هؤلاء المتشكِّكين، وحوَّلت دفة الجدل العالمي عن الغابات، والغذاء، والتنمية الريفية.

يرجع انخفاض معدل إزالة الأشجار إلى عدد من العوامل، منها السياسات الحكومية، والجهود المشتركة لتنقية سلاسل توريد لحوم الأبقار وفول الصويا. ولا يزال الأكاديميون يحاولون مِن جانبهم تحليل الأسباب والنتائج؛ لاستيعاب ما حدث، ومساعدة سائر الدول على أن تتبع النهج نفسه.

العامل الأساسي الأول الذي يمكن ذِكْره في هذا الصدد، هو القرار الذي اتخذته الحكومة البرازيلية في عام 2004 بالتعامل مع هذه القضية بجدية وحسم. وبناءً عليه، قامت الحكومة باستخدام أنظمة المراقبة بالأقمار الصناعية؛ لشن حملات مستمرة لفرض تطبيق القانون في المناطق التي تفشَّت فيها ظاهرة إزالة الأشجار. كما عملت الحكومة على استئصال الفساد من أوساط أجهزة إنفاذ قوانين البيئة، عن طريق ـ على سبيل المثال ـ إعادة توزيع مجموعات العمل على المناطق؛ لمنع إقامة علاقات طويلة المدى، تساعد على الارتشاء. وبالإضافة إلى ذلك.. قامت الحكومة بتخصيص أراضٍ عامة جديدة للحماية الدائمة، وجذب البنوك التي تقدِّم قروضًا زراعية، وزيادة الضغط على أجهزة الحكم المحلي، التي كثَّفت من حملاتها.

لم تكن الحكومة الطرف الفاعل الوحيد في هذه القضية.. فقد استفادت جماعات الحفاظ على البيئة من البيانات المتاحة من الأقمار الصناعية؛ لتسليط الضوء على الشركات الدولية التي تعمل في تجارة لحوم الأبقار وفول الصويا؛ مما أدَّى في النهاية إلى رضوخ الشركات الكبرى في كلا القطاعين للضغوط الجماهيرية، وتوقيع اتفاقيات تقضي بوقف شراء منتجات الأراضي التي تعرضت لإزالة أشجارها مؤخرًا. وتشير الأبحاث التي أجريت مؤخرًا إلى أن عمليات تعليق الشراء نجحت في تغيير الطريقة التي يَعتمِد عليها أصحاب الأراضي في تنفيذ أعمالهم التجارية. لقد جاءت عمليات إزالة الأشجار في غابات الأمازون ـ على المستوى الصناعي ـ نتيجةً لتزايد الطلب العالمي على البروتين ـ سواء أكان من لحوم الأبقار، أم من فول الصويا ـ الذي غالبًا ما يكون بمثابة المادة الخام في لحم الدجاج، ولحم الخنازير. ومن الممكن أن تبقى العولمة إحدى قوى الخير، وذلك عندما يتمكّن المستهلكون والتجار من الارتقاء بمعاييرهم السلوكية والأخلاقية.

استحدثت البرازيل مجموعة من الأدوات، يمكن أن تكون محل دراسة من قِبَل سائر الدول؛ للوصول بمستوى إزالة الأشجار إلى أدنى معدلاته، لكن الخطوة التالية لا تزال أقل وضوحًا؛ ففي الوقت الذي يمثل فيه قَطْع الأشجار تجارة رابحة لمضاربي الأراضي الخارجين على القانون، لم يتقدم أحد ـ على الجانب الآخر ـ بتوصيف طريقة مبسَّطة لتحقيق تنمية ريفية مستدامة. كما أن التغلب على هذه المشكلات يتطلب الكثير من الجهد والمال، في الوقت الذي تبذل فيه البرازيل جهودًا مضنية؛ للحيلولة دون غرق أسواقها في حالة من الركود الكامل.

في هذا السياق، نجح صنّاع السياسة العالمية في ابتكار آلية تحت مظلة اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيُّر المناخ؛ لدعم هذه الجهود. تتمثل هذه الآلية في نظام للدفع مقابل الأداء، يطلق عليها اسم (REDD) - تقليل الانبعاثات الناتجة عن إزالة الأشجار وتدهور الغابات. يرتكز هذا النظام على الكربون الموجود في الأشجار. فالدول النامية التي تسجل تراجعا في إزالة الأشجار، ومن ثم في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون – أو زيادة في مساحات الغابات – تستحق الحصول على أموال من الدول الغنية. بموجب ذلك، تعهدت النرويج فعليا بتسديد مليار دولار إلى البرازيل، يتم إنفاقها على سلسلة من المبادرات الحكومية، وأبحاث وسياسات مختلفة.

تمثل زيادة الدعم المالي التحدي الحقيقي على المستوى الدولي للحفاظ عى الغابات واستعادتها، باعتبارها الطريقة الأسهل لتنقية الغلاف الجوي من كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون. لهذا السبب، التزمت بعض الدول بدفع ما يزيد على 7.5 مليار دولار، كما أبرمت العديد من الحكومات والشركات تعهدات بالحفاظ على البيئة. إضافة إلى ذلك، شهدت قمة الأمم المتحدة، التي عقدت في سبتمبر 2014، انضمام مجموعة من الدول إلى عدد من الشركات، وجماعات الحفاظ على البيئة، وبعض المنظمات المحلية؛ لتوقيع إعلان نيويورك بشأن الغابات، الذي يدعو إلى تراجع أعمال إزالة الغابات بمقدار النصف بحلول عام 2020، والقضاء عليها نهائيا بحلول عام 2030. كما تطالب هذه الوثيقة باستعادة 350 مليون هكتارا من الغابات، وغيرها من الأماكن الطبيعية على مستوى العالم بحلول عام 2030. لا شك في نبل هذه الأهداف، لكن تحقيقها يتطلب مزيدا من الاستثمارات وتوظيف رؤوس الأموال، لا سيما من جانب القطاع الخاص.

لا تزال البرازيل تسطر قصتها في غابات الأمازون، لكن التجربة تبشر بإمكانية تحقيق تقدم سريع، فضلا عما تنضوي عليه من دروس وعبر للنشطاء، والشركات، والحكومات. أول هذه الدروس هو أن التجربة البرازيلية تأخذ بيد هذا الثالوث للاستمتاع برقصة التانجو. ربما تكون الرقصة معقدة، لكن على العالم أن يتعلمها. ■

ARABICEDITION.NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/nqvdkp



OSCAR SEIJKENS/GAVI

لنتحمَّلْ معًا مخاطر تطوير لقاح الإيبولا

يؤكد **سيث بيركلي** أن لقاح الإيبولا لن تكون له فرصة حقيقية في الأسواق التجارية. ولذا.. فمَخَاطِر هذا النوع من الاستثمار يجب أن تتقاسمها الحكومات وقطاع الصناعة.

توجد مئات من الأمراض المعدية التي يمكن أن تصيب الإنسان. وقد تم اكتشاف أكثر من 300 من هذه الأمراض في النصف الثاني من القرن العشرين وحده، لكن يظل السؤال: ما هو عدد الأمراض التي يستطيع العلماء والأطباء توفير لقاحات مرخَّصة للوقاية منها؟ وتظل الإجابة: أقل من 30.

لا تُعتبَر هذه الأمراض دائمًا - رغم ذلك - القاتل الأشد خطرًا، أو الشبح الأكثر تهديدًا؛ فالعائد المادي - ليس المخاطر الناجمة عن الفيروسات المسبِّبة للمرض - هو في واقع الحال الدافعَ الأساسي لتطور اللقاحات. ونظرًا إلى صعوبة إجراء البحوث العلمية في هذا المجال، يظل السؤال: كم من الأموال التي نحتاج إليها لتطوير اللقاح؟ ونظرًا إلى حجم الأسواق، يظل هناك سؤال آخر: ما حجم الأرباح التي يمكن تحقيقها مقابل عمليات البيع؟

تساعد هذه الحقيقة على تفسير سبب عدم وجود لقاح واحد، بعد مرور أكثر من عام على اكتشاف الحالات الأولى، التي تؤكد الانتشار المستمر للإيبولا في منطقة غرب إفريقيا، رغم الشروع في العمل لاكتشاف أحد هذه اللقاحات منذ ما يزيد على عقد من الزمان. ورغم انطلاق تجارب المرحلة الثالثة في كل من ليبيريا وغينيا؛ لاكتشاف لقاحين، ورغم الآمال العريضة التي نضعها على هذه التجارب، لا سيّما مع توافر حالات كثيرة تفي بغرض اختبارات الفعالية، إلا أن هذه التجارب تأتي بعد فوات الأوان بالنسبة إلى ما يزيد على عشرة آلاف شخص فقدوا حياتهم، ولأعداد أخرى لا يمكن حصرها، عانت ـ وستظل تعاني ـ من هذا الوباء.

يمثل عجْزنا عن توفير الوقاية من الإيبولا جزءًا أصيلًا من حالة الرعب التي يسببها هذا المرض؛ ففي أغلب الأحوال، لا تستند مخاوفنا إلى ما يمكن أن يسببه المرض، وإنما إلى عدم قدرتنا على مواجهته.

إذَن، لماذا ينطبق هذا الوضع على الإيبولا؟ إننا على دراية بهذا المرض منذ عام 1976. وأول لقاح مرشح تم تطويره منذ ما يزيد على عقد من الزمان، كما أن فيروس إيبولا ليس شديد التغير، مثل فيروس الإنفلونزا أو فيروس الإيدز، اللذين يتغيران بصفة مستمرة، ويُبتكِر أساليب جديدة للتحايل على جهاز المناعة؛ ومن ثم، كان لدينا الوقت الكافي لتطوير لقاح أو علاج فعال أثناء أيٍّ من حالات تفشِّي كلا الفيروسين السابقين، التي بلغت ثلاثًا وعشرين حالة. لماذا داهمتنا المفاجأة، وأُخِذْنا على حين غرة هذه المرة؟

الإجابة باختصار هي أننا لم نُؤخَذ على غرة، لكنّ تطوير لقاح جديد يمثل مخاطرة مالية بالغة؛ لانعدام فرص وجود سوق تجارية رائجة مع مرض - مثل الإيبولا - يحصد الأرواح بلا هوادة، لكنه ينتشر عادةً بصورة متقطعة في مناطق نائية. إذَن، سيبقى السؤال التسويقي يطرح نفسه دائمًا: مَن سيشتري هذا اللقاح؟ إن حالات تفشي هذا الوباء عادةً ما تشمل مئتي حالة فقط، وتُلِمّ على مدار سنوات قليلة بالمجتمعات الريفية الفقيرة في أفريقيا؛ وبالتالي، لا تجد الشركات المصنِّعة ما يدفعها إلى استثمار مئات الملايين من الدولارات التي تحصل عليها لتطوير لقاح جديد، واعتماده إكلينيكيًّا.

ولذلك.. من السذاجة أنْ نلقي باللوم على قطاع الصناعات الدوائية في الفشل في إنتاج لقاح الإيبولا؛ لأنه ـ ببساطة ـ منتَج غير تسويقي، ولكنْ يتعين - بدلًا من ذلك - على الحكومات والجهات المانحة من القطاعين العام والخاص أن تكون أكثر إيجابية، وأن تستثمر في هذا الميدان.

إنّ مِن أوجب الواجبات أن نعمل من الآن على تطوير استراتيجية تسمح بإنتاج كميات كافية من اللقاحات التي ثبت نجاحها، وتوزيعها بسرعة في حال تفشِّي مرض الإيبولا، أو غيره من الأمراض المعدية.

تتمثل الخطوة الأولى من هذه الاستراتيجية في تحديد المخاطر الأكثر تهديدًا، الأمر الذي يتطلب مراقبة المرض على نحو أكثر دقة. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن إمداد الدول النامية بمزيد من المختبرات، وتجهيزها بصورة أفضل - جنبًا إلى جنب مع علماء الأوبئة المدرَّبين - من شأنه أن يساعد على تطوير قدراتنا على اكتشاف وتقصِّي الأمراض الشائعة، فضلًا عن التهديدات الجديدة.

لن تتوقف مميزات هذا الكم الهائل من البيانات - الناتج عن ذلك النوع من شبكة المراقبة - عند هذه الحدود؛ إذ يمكن استخدام المعادلات الرياضية المناسبة والدقيقة في توظيف هذه المعلومات؛ لزيادة معرفتنا بطرق انتقال الفيروسات المسبِّبة للمرض، وتحوُّرها، وبالتالي، كيفية استجابة جهاز المناعة لهذه التغيرات.

> إننا بحاجة إلى أن نتوقف عن **الانتظار** وإرجاء المواجهة الجماعية حتى نرى بأعيننا أدلّة تحوُّل المرض إلى خطر يتهدد **العالم بأسره.**

إن انتشار المرض وظهور الحاجة إلى اللقاحات سيساعدان على أن تكون لدينا ناقلات جاهزة لتوصيل هذه اللقاحات. ومن خلال التوظيف السليم، يمكن إعداد واختبار هذه الناقلات - التي تمثل عادةً أنواعًا من الفيروسات والبكتيريا غير الضارة - مسبقًا، واستخدامها بصورة حاسمة؛ لمواجهة مجموعة من الأمراض، وليس أدل على ذلك من أن أربعة لقاحات إيبولا من أصل خمسة - تخضع حاليًّا لتجارب إكلينيكية - تَستخدِم ناقلات تم تطويرها واختبارها لمرض الإيدز. هذه الناقلات العامة سوف تنظِّم - في الواقع - عملية تطوير اللقاحات، من خلال إجراء الكثير من اختبارات السلامة، واستبعاد عمليات تصنيع الناقلات المختلفة المستعدة لإضافة مستضدات (الحمولة). إن تطوير هذه الآليات مسبقًا، وإجراء اختبارات أوّلية عليها للتأكد من سلامتها وتحديد الجرعة المناسبة سيساعد بلا شك على توفير قدر كبير من المال والوقت، وذلك من خلال توافر مخزون مجمَّد وجاهز للاستخدام، أو لإجراء اختبارات الفعالية بمجرد انتشار المرض.

تتشابه هذه الآلية كثيرًا مع آليّة (الصاروخ نفسه، ولكن بحمولة مختلفة)، التي تمكنتْ من خلالها التكنولوجيا المتطورة لاستخدام الأموال العامة عبر وكالة "ناسا" من تقليل تكلفة وضع مسابير، وتليسكوبات، وأقمار صناعية علمية في الفضاء.

إن السيطرة على المرض تتطلب توجهات مختلفة عما نحن عليه الآن؛ فنحن بحاجة إلى أن نتوقف عن الانتظار وإرجاء المواجهة الجماعية حتى نرى بأعيننا أدلّة تحوُّل المرض إلى خطر يتهدد العالم بأسره. لا شك أن تطوير اللقاح يتطلب تكلفة باهظة، لكن الولايات المتحدة تنفق حاليا 11 مليار دولار على الأقل؛ لتقوم أساطيلها من الغواصات المسلحة نوويًّا بدوريات في المحيطات لحماية الناس من خطر مستبعَد. إن تكلفة هذه الدوريات تتجاوز ستين ضِعْف ما تنفقه منظمة الصحة العالمية على التأهب العالمي لمواجهة الأمراض.

تحتاج الحكومات والجهات المانحة إلى الاستثمار في رفع كفاءة الصحة العامة، وإلى أن تأخذ على عاتقها مخاطرة الاستثمار في تطوير اللقاحات. ولن يحدث هذا، إلا إذا نظرنا إلى اللقاح باعتباره الرادع النهائي؛ فنتأكد من وجوده واستعداده، ونتمنى - في الوقت نفسه - عدم الاحتياج إليه أبدًا. ■

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/YzAh3j

سيث بيركلي المدير التنفيذي لمنظمة التحالف العالمي للقاحات والتحصين "جافي"، جنيف، سويسرا. هذا المقال مأخوذ عن إحدى محاضرات تيد، التي ألقيت في فانكوفر، كندا، في يوم 18 مارس 2015.
البريد الإلكتروني: sberkley@gavi.org

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



RICHARD A. ECKHARDT

هل مِن مساعدة لخوض معركة علم الأرض في المدارس الأمريكية؟

ترى **نيكول لادو** أنه يجب على العلماء في كل مكان أن يدعموا مجموعة من المعايير التعليمية الأمريكية التي تروِّج لعلوم الأرض.

في موقف آخَر محرج للعلماء الأمريكيين، ألقى السيناتور الجمهوري جيمس إينهوف (عضو جمهوري عن ولاية أوكلاهوما) في فبراير الماضي تعليقًا أثناء المناقشات التي كانت تدور بشأن الاحترار العالمي، قائلًا إن الجليد يغطي حديقة مبنى الكابيتول في واشنطن دي سي في الشتاء، رغم كل الأحاديث عن الأرقام القياسية غير المسبوقة التي سجلتها درجات الحرارة في عام 2014.

ربما يكون إينهوف على دراية بالفرق ما بين الطقس، والمناخ، أو ربما يكون جاهلًا به، لكن المحصلة أنه على الأرجح لن يغير آراءه حول تغيُّر المناخ. الأكثر أهمية من ذلك.. الطريقة التي يستقبل بها الملايين من طلاب المدارس هذا النوع من الرسائل ، الذين سوف يتعاملون مع مشكلة الاحترار العالمي لسنوات طويلة، بعد أن يرحل إينهوف.

إنّ الولايات المتحدة لديها فرصة سانحة في الوقت الراهن لتحسين الأساليب المستخدَمة في تدريس علوم الأرض. فعلى سبيل المثال.. يمكن أن يكون الاختلاف ما بين الطقس والمناخ موضوعًا مناسبًا للمناقشة مع طلاب الصف الثالث، الذين تتراوح أعمارهم عادةً ما بين الثمانية أعوام، والتسعة أعوام. وتحاول جماعات الضغط ذات النفوذ القوي أن تعرقل هذه الفرصة. لذا.. ينبغي على العلماء جميعًا أن يشتركوا في إيقاف تلك المحاولات.

يُوصَف تدريس مادة (علوم الأرض) في معظم المدارس الأمريكية بأنه سيئ للغاية. وأقول هذه الكلمات بوصفي مدرِّسة سابقة لمادة (علوم الأرض) بالمدارس الثانوية العليا. فعلى عكس تخصصات الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، يتولى تدريسها في العادة أفراد لم يتلقّوا قدرًا كافيًا من التدريب.

في عام 2013، تم إصدار "معايير العلوم للجيل القادم" NGSS لإعادة بث الحيوية في مجال تدريس العلوم في المدارس الأمريكية. وقد قام بتطويرها علماء وباحثون في مجال تدريس العلوم، وممثلون عن مؤسسات التعليم الحكومي. ووفقًا لتلك المعايير، تُوضع علوم الأرض على قدم المساواة مع علوم الحياة، والعلوم المادية، بدايةً من مرحلة رياض الأطفال، حتى الصف الثاني عشر (من سن 17، أو 18 عامًا). وهكذا، سوف يتمكن طلاب المدارس الثانوية مِن تعلُّم كيفية "استخدام نموذج معين؛ لتوضيح كيف أن التغيرات التي تحدث في تدفق الطاقة، سواء إلى داخل أنظمة الأرض، أم إلى خارجها، تؤدي إلى حدوث تغيرات في المناخ". ولنتخيل في تلك الحالة، مدى استعداد الجمهور للتخطيط واتخاذ القرارات المستقبلية اللازمة، بشأن الآثار المترتبة على تغيُّر المناخ، والتخلص من النفايات النووية، والاستثمار في موارد الطاقة، إذا تمكنوا من "فهم البيانات الخاصة بعلوم الأرض؛ حيث قد يؤثر تغيُّر واحد في القشرة الأرضية على العديد من الأنظمة البيئية الأخرى".

مِن بين الاحتمالات المثيرة حقًّا فيما يخص تلك المعايير: عملية التقييم. فقد سيطرت فكرة الاختبارات وأسئلة الاختيار من متعدد على التعليم الحكومي في الولايات المتحدة، الأمر الذي أدَّى إلى تراجع جودة التدريبات التي تتم في قاعات الدرس؛ حتى وصلت إلى مجرد حفظ واستظهار للحقائق والمعلومات، وإجراء التجارب بشكل روتيني. سوف تتطلب تلك المعايير الجديدة أساليب وطرقًا جديدة؛ لتقييم المعرفة والتفكير العلمي على حد سواء. ومن وجهة نظر المدرسين، يمكن لهذا الأمر أن يتيح الفرصة لتدريس العلوم بشكل جيد، مع إشراك الطلاب في العملية، علمًا بأن التقييمات سوف تحفِّز الطلاب على التفكير، بدلًا من مجرد الاستظهار والحفظ.

لنتخيل أننا تجاوزنا في نقاشاتنا الدائرة المقارنةَ البدائية للطقس اليومي بالمتوسطات المناخية، وأخذنا نركِّز على الآثار الاقتصادية المعقدة التي نتعرض لها بالفعل؛ نتيجة لتغيُّر المناخ. من الممكن أن يصبح هذا الأمر واقعًا، إذا حشدنا جهودنا في سبيل إقرار وتنفيذ "معايير العلوم للجيل القادم" بالشكل المناسب عبر شتى أنحاء البلاد.

ووفقًا للدستور الأمريكي، لا يمكن للحكومة الفيدرالية إخطار الولايات المختلفة بما ينبغي عليها أن تُدَرِّسه في المدارس. وعلى كل ولاية أن تختار ما إذا كانت تريد تطبيق تلك المعايير، أم لا، وذلك من خلال موافقة المجالس التعليمية لتلك الولايات، أو مجالس الشيوخ الخاصة بها.

في الوقت الراهن، أقرَّت 13 ولاية ـ إلى جانب واشنطن العاصمة ـ "معايير العلوم للجيل القادم". وهذا يشمل حوالي 14,5 مليون طالب، من بين ما يقرب من 50 مليون طالب أمريكي. مع ذلك.. فإن السياسات المطبَّقة على مستوى الدولة حالت دون إقرار تلك المعايير في كثير من الحالات. ويقوم المركز الوطني لتعليم العلوم ـ الذي أنشئ لمواجهة أولئك الذين يطعنون في تدريس نظريات التطور وعلوم المناخ ـ بمراقبة مشروعات القوانين والدعاوى القضائية ذات الصلة بتلك المعايير. ففي ولاية كنساس، رُفِعَت دعوى قضائية حول إقرار "معايير العلوم للجيل القادم"، لأن البعض زعموا أن تدريس نظريات التطور والانفجار العظيم من شأنه الترويج لأفكار إلحاديّة. وفي ولايات وايومنج، ومتشيجان، ووست فيرجينيا، تم الطعن على إقرار المعايير، بسبب إدراج تغيُّر المناخ الناتج عن أنشطة بشرية.

> يُوصَف تدريس مادة **علوم الأرض** في معظم المدارس الأمريكية بأنه **سيئ للغاية**

حتى في الولايات التي أقرَّت "معايير العلوم للجيل القادم"، ما زالت هناك عوائق متعددة.. فهناك مقاطعات كثيرة تسعى إلى دمج محتوى مادة (علوم الأرض) في الحصص الدراسية لمواد الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، بدلًا من وضع برامج أو مناهج متخصصة . وهذا القرار مفيد للمقاطعات، لأن تلك الحصص تسهم في إعداد الطلاب لتَلَقِّي مقررات وبرامج التعليم الجامعي؛ مما يرفع من مراكزها في التصنيف الوطني. إذا كان مقدَّرًا لـ"معايير العلوم للجيل القادم" أن تنجح، فلا بد من تدريب مدرسي العلوم على تدريس محتوى تلك المادة، إلى جانب تطوير المقرَّر، أو تعديله.

عندما يَعلَم العلماءُ أن تركيزي البحثي ينصَبّ على تعليم علوم الأرض، يُبْدُون تحسُّرهم على وضع الثقافة والمعرفة العلمية في العالم من حولهم. وبالطبع، إذا كنتَ عالِمًا أمريكيًّا، ربما تشعر بذلك الإحساس، ولكن أرجو منك ألا تحدثني عن ضعف إعداد مدرس العلوم ، ولا تخبرني أن طلاب الجامعة غير مؤهَّلين لدراسة العلوم. وعوضًا عن ذلك.. أخبِرني أنك قد سألت إدارة المدرسة التي تقع في نطاق سكنك عن كيفية قيامها بتطبيق "معايير العلوم للجيل القادم"، وأخبِرني أيضًا أنك قد عرضت عليهم تنظيم ورشة عمل لتعليم المدرسين المحليين محتوى مادة (علوم الأرض) ، وأخبِرني كذلك أن القسم الجامعي الذي تعمل به قد حرَّر خطابًا إلى الجهة التشريعية في ولايتك، موضحًا فيه أهمية تطبيق علوم الأرض من خلال "معايير العلوم للجيل القادم"؛ بهدف خلق جمهور لديه ثقافة علمية، ومستعد لاتخاذ القرارات المهمة والحاسمة للسعي نحو العمل في الوظائف التي يزيد عليها الطلب بشدة في منطقتك. أرجوك، كُف عن الشكوى، وافعل شيئًا! ■

نيكول لادو من قسم الجيولوجيا وعلوم الأرض البيئية في جامعة شمال إلينوي في ديكالب.
البريد الإلكتروني: nladue@niu.edu

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/ak7Gfz

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أضـواء على الأبحـاث مقتطفات من الأدبيات العلميـة

تغيُّر المناخ

الاحترار العالمي قد يتسارع

قد يزيد معدل الاحترار العالمي بأكثر من الضعف خلال العقود القادمة، في ظل تراكم غازات الدفيئة في الغلاف الجوي للأرض. فقد حلَّل ستيفن سميث وزملاؤه ـ بالمختبر الوطني شمال غرب المحيط الهادئ في كوليدج بارك، ميريلاند ـ معدل الاحترار في عمليات محاكاة للمناخ العالمي، وقارنوا بين معدّلاته على مدى فترات مختلفة، مدتها 40 عامًا. ووجد الباحثون أن المعدل العالمي للاحترار في هذه المحاكاة يزداد بمتوسط 0.25 درجة مئوية في كل عقد، وذلك بحلول عام 2020. ونادرًا ما أظهر تحليل بيانات دراسات المناخ القديم معدلات تغيُّر بدرجة الحرارة أعلى من 0.1 درجة مئوية في كل عقد خلال الألفية الماضية. هذا.. وربما يشهد القطب الشمالي، وأوروبا، وأمريكا الشمالية زيادات أكبر في معدلات الاحترار من المتوسط العالمي.

***Nature Climate Change* http://dx.doi.org/10.1038/nclimate2552 (2015)**

MATT BETTS



علم البيئة

أفضل الملقِّحات

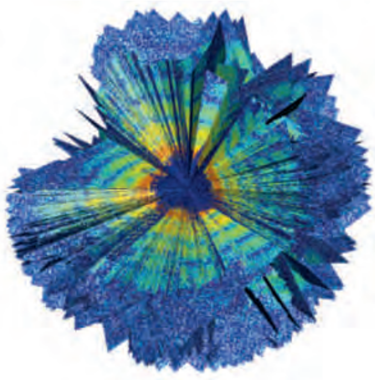
تستطيع زهرة استوائية أن تبدأ التكاثر بعد أن تزورها ملقِّحات ممتازة. فقد ركَّز ماثيو بتس وزملاؤه ـ بجامعة ولاية أوريجون في كورفاليس ـ على النبات *Heliconia tortuosa* (في الصورة) وجمعوا 148 من الكائنات الملقِّحة له، التي تضم ستة أنواع من الطائر الطنان، ونوعًا واحدًا من الفراشات. ونُظِّفَت الحيوانات من أي حبوب لقاح، وأُدخِلت إلى بيوت طيور تحتوي على زهور كانت تُلَقَّح باليد. ولم تظهر على النباتات علامات تكاثر ناجح، إلا بعد أن نهل من رحيقها نوع من الطائر الطنان، له مناقير طويلة مقوَّسة، مثل الناسك الأخضر (*Phaethornis guy*، في الصورة). نَهَلَت الفراشات، وطيور الطنان ـ التي لا تملك مناقير متخصصة ـ رحيقًا أقل، وفشلت في تحفيز التكاثر، بينما كان للطيور المفضلة مدى أوسع، ما يشير إلى أن النباتات تعزِّز فرصها في تَلَقِّي حبوب لقاح من زهور بعيدة ذات تنوع وراثي أكثر من النباتات القريبة.

***Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://doi.org/2sf (2015)**

البيولوجيا البنيويّة

أشعة سينية تكشف هيكل فيروس

حدَّد باحثون ـ بمساعدة أشعة سينية قوية ـ الهيكل ثلاثي الأبعاد لجسيمات فيروس عملاق منفردة. وهذا يبين أنه ما زال من الممكن تصوير الأجسام الدقيقة التي لا يمكن بلورتها بسهولة صورًا ثلاثية الأبعاد. يُستخدَم تصوير البلورات بالأشعة السينية عادةً لاستنباط هيكل الجزيئات، ولكن هذه الجزيئات يجب أن تُبلوَر أولًا. ومع ذلك.. تولِّد أشعة ليزر الإلكترون الحر نبضات أشعة سينية عالية الطاقة، يمكنها ـ من الناحية النظرية ـ إنتاج صور لمجرد جزيء منفرد. وقد أطلق توماس إيكبرج وزملاؤه ـ بجامعة أوبسالا في السويد ـ أشعة الليزر هذه على جزيئات فردية من الفيروس المحاكي *Acanthamoeba polyphaga*. واستخدم الباحثون خوارزميات للجمع بين أنماط حيود الأشعة السينية (**في الصورة**) للعديد من العينات، وأنتجوا صورة للفيروس، دقة وضوحها 125 نانومترًا. وتؤكد النتائج أن كثافة تكدُّس الفيروس المحاكِي بالمادة الوراثية أقل من نزعة الفيروسات الأصغر لذلك.



TOMAS EKEBERG, UPPSALA UNIV.

***Phys. Rev. Lett.* 114, 098102 (2015)**

علم الأعصاب

جسيمات نانوية

يمكن ربط جسيمات ذهب نانوية بخلايا عصبية، واستخدامها لتحفيز الخلايا، بدون إدخال أي جينات. تَستخدِم الأساليب "البصرية الوراثية" المتبعة حاليًّا الضوء في إثارة خلايا عصبية محددة، ولكن لا بد أولًا من إدخال جينات في الخلايا؛ لجعلها حساسة للضوء. ولتطوير طريقة بديلة، استخدم فرانسيسكو بيزانيلا ـ من جامعة شيكاغو في ولاية إيلينوي ـ وديفيد بيربرج ـ من جامعة إلينوي في شيكاغو ـ وزملاؤهما جزيئات، من بينها أجسام مضادة؛ لربط كرات ذهب، عرضها 20 نانومترًا، بثلاث قنوات أيونية مختلفة على أسطح خلايا عصبية مستزرَعة. وعندما أبرق الباحثون نبضة ضوء مدتها ملِّي ثانية، ارتفعت حرارة الذهب، مما تسبب في تحفيز معظم الخلايا العصبية. وحدث الشيء نفسه عندما حَقَن الباحثون الجسيمات النانوية في منطقة محددة من شريحة مخ فأر.

***Neuron* http://doi.org/2sj (2015)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المواد النانوية

طلاء ذاتي التنظيف

هناك طلاء يمكن تطبيقه بسهولة على أسطح مختلفة، ويطرد المياه والأتربة، حتى عند تعرُّضه لزيت. إن مواد الطلاء الأخرى الطاردة للمياه لا تعمل في الزيت، وتُخدَش بسهولة. وللتغلب على هذا، غطَّ إيفان باركين وزملاؤه ـ بكلية لندن الجامعية ـ الجسيمات النانوية لثاني أكسيد التيتانيوم ببوليمر كارِه للماء، وعلَّقوا الجسيمات في إيثانول. ورَشَّ الباحثون المُعَلَّق، أو قاموا بطلائه على أسطح صلبة، مثل الزجاج والصلب، وغمسوا مواد نسيجية ناعمة في ذلك المعلَّق. وقد طرَد الطلاءُ الماءَ والتراب، حتى بعد التعرض للزيت. وأسفر ارتباط الطلاء بالأسطح باستخدام مواد لاصقة تجارية عن جَعْل الغشاء مقاومًا لخدوش سكين وصنفرة. يقول الباحثون إن المادة ربما تكون مفيدة في التطبيقات الصناعية التي تنطوي على بيئات قاسية وزيتية.

Science **347, 1132–1135 (2015)**

مواد ضوئية

ألياف مشدودة تغيِّر لونها

تم تطوير ألياف مطاطية تغيِّر لونها بطريقة قابلة للعكس، عندما تُمَطّ، أو يتم ثَنْيها. لقد عَلَّق زيومي صن، وهويشينج بينج وزملاؤهما ـ بجامعة فودان في شنجهاي، الصين ـ كرات بلاستيكية مجهرية من ألياف مرنة ملفوفة بأنابيب كربون نانوية. وعندما تمدّدت الألياف؛ تزايَد حجم الفراغات بين الكرات الميكرويّة على امتداد طول الألياف، ولكنه انخفض في الاتجاه القطري. ينجم عن هذا تغيُّر أطوال موجات الضوء التي تنعكس من الألياف، مما يؤدي إلى تبدل اللون بين الأحمر والأخضر والأزرق عندما تشد الألياف وتتحرر. ظلت الألياف مستقرة بعد 1,000 شوط من الشد، وغزلت في نسيج بأنماط مختلفة. يقول الباحثون إنه يمكن استخدام هذه المواد "متغيرة اللون تحت جهد ميكانيكي" في شاشات، أو أجهزة استشعار يمكن ارتداؤها.

Angewandte Chemie **http://doi.org/f259np (2015)**

جيولوجيا

ارتفاع قشرة الأرض

ربما يكون الارتفاع الكبير في أجزاء من غرب الولايات المتحدة نتيجةً لمياه نافذة من أعماق القشرة الأرضية، وتغير التركيب المعدني للقشرة، مما يجعل الصخور أقدر على الطفو. فقد عانَى الجيولوجيون لشرح سبب ارتفاع كولورادو ومعظم ولاية وايومنج بأكثر من كيلومترين خلال الـ75 مليون سنة الماضية. وأعاد فريق من الباحثين بقيادة كريج جونز ـ من جامعة كولورادو في بولدر ـ تحليل بيانات علم الجيولوجيا وعلم الزلازل في المنطقة، وخلصوا إلى أن أجزاء من صخور القشرة الأرضية في المناطق المنخفضة، مثل مونتانا، تحتوي على معادن كثيفة، مثل الجارنيت. ومع ذلك.. تحتوي الصخور تحت المناطق عالية الارتفاع على مجموعة مختلفة من المعادن الأقل كثافة. ويرى الباحثون أن هذه المعادن نتجت عن تفاعل المياه مع المعادن الكثيفة، وذلك ما جعل القشرة أخفّ وزنًا. وربما جاء الماء من تجفيف بلاطة قديمة مطمورة في أعماق القشرة الأرضية.

Geology **http://doi.org/2ps (2015)**

الأحياء المجهرية

رصْد بكتيريا صغيرة جدًّا

عُثر على بكتيريا في مياه جوفية، يبلغ حجمها 1 من 100 جزء من حجم *Escherichia coli* النموذجية. رشّحت جيليان بانفيلد ـ من جامعة كاليفورنيا، بيركلي ـ ولويس كومولي ـ من مختبر لورانس بيركلي الوطني في كاليفورنيا ـ وزملاؤهما مياهًا جوفية من خلال شبكة، قُطْر ثقوبها حوالي 0.2 ميكرومتر، وجمعوا مجموعة متنوعة من البكتيريا متناهية الصغر (حوالي 0.009 ميكرومتر مكعب) لم يسبق استزراعها من قبل. وتحت المجهر الإلكتروني، بدا الحمض النووي للميكروبات مكدسًا بإحكام، مع عدد قليل من هياكل صنع البروتينات، وتُسمى ريبوسومات، وهياكل قد تتيح للخلايا الترابط والتواصل مع بعضها البعض. ويشير الباحثون إلى أن هذه البكتيريا لم تُستزرع من قبل؛ لأنها تعتمد في نموها على ميكروبات أخرى.

Nature Commun. **6, 6372 (2015)**

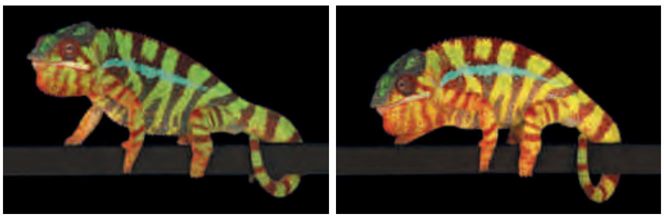
اختيـــار المجتمـــع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

"المتحمِّسون" للعلوم قد يضرّون بها

من شأن أخبار البحوث التي تحظى بانتشار واسع من خلال وسائل الإعلام الاجتماعية أن تقدِّم العِلْمَ لجمهور أوسع، لكنْ هناك جانب سلبي لـ"متحمسي العلوم" هؤلاء، حسبما يجادل الكاتب بن توماس في مقال على موقع "ميديم" Medium، الذي أشعل مناقشةً على الإنترنت (انظر: go.nature.com/k9vwqj). إن معظم ما يُتداوَل يفتقر إلى الفروق الدقيقة وعدم اليقين تجاه العلوم. وتلك الفروق لها بريق يصفه توماس بـ"السمت العلمي". ويكتب توماس موضحًا أن تبادل أحدث العناوين الرئيسة "ذات السمت العلمي" دون أي تفكير نقدي أو تدقيق في الحقائق، سواء من قِبَل العلماء، أم من غيرهم، يسهم في "وابل من المعلومات المضلِّلة". ويعتقد البعض على وسائل الإعلام الاجتماعية أن اللوم كان في غير محله، فانتقاد المستهلكين الذين لم يتلقوا على الأرجح تدريبًا علميًّا "غير منصف بعض الشيء"، كما قالت ليندسي والدروب، متخصصة علم الأحياء الحسابي في جامعة كارولينا الشمالية في تشابل هيل، التي علَّقت على المقال على "تويتر". وأشار آخرون إلى ناحية إيجابية للسمت العلمي.. فقد كتب بول كوكسون ـ عالِم المواد في جامعة كمبريدج، المملكة المتحدة ـ في تغريدة له: ""السمت العلمي" ليس سيئًا. إنه وسيلة ـ في أحيان كثيرة ـ لانخراط الفئات المستبعَدة".

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر:
www.nature.com/pcmqxc



فيزياء حيوية

حرباء تضبط خلاياها

تغيِّر الحرباء لونها عن طريق ضبط هياكل نانوية في خلايا جلدها؛ لتعكس أطوالًا موجية مختلفة من الضوء. فقد دَرَس ميشال ميليكوفيتش وزملاؤه ـ بجامعة جنيف، سويسرا ـ خلايا جلد حرباء النمر (*Furcifer pardalis*) من مدغشقر. ووجد الباحثون أن هذه السحالي لديها طبقتان من الخلايا المتخصصة، تُسمى حاملات الألوان القزحية. وتحتوي كل طبقة على بلورات الجوانين النانوية التي تعكس الضوء. وعن طريق تغيير التباعد بين البلورات في الطبقة العليا، تتحول الخلايا من عكس الضوء الأزرق؛ لتعكس أطوالًا موجية صفراء، أو حمراء، تتفاعل مع أصباغ الحرباء الصفراء. وينتج عن هذا تغيُّر اللون من الأخضر (**في الصورة،** إلى اليسار) إلى الأصفر البرتقالي (على اليمين). وتتكون الطبقة الأعمق من خلايا تعكس طائفة واسعة من الأطوال الموجية، لا سيما تلك الموجودة في نطاق قريب من الأشعة تحت الحمراء. وتتيح الطبقة الأولى من الخلايا للحيوانات التبديل بسرعة بين التمويه، وعَرْض (للألوان) يحفّه التباهي؛ إما لجذب الأقران، أو لطرد ذَكَر منافِس، في حين أن الطبقة الثانية توفر حماية حرارية.

Nature Commun. **6, 6368 (2015)**

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك متابعة التحديث الأسبوعي للأبحاث من خلال التسجيل على:
go.nature.com/hntmqc

الخلايا الجذعيّة

خلايا جذعية تعالج مرض السكري

قد تكون الخلايا الجذعية مفيدة في علاج مرض السكري من النوع الثاني، وفقًا لدراسة تمت على فئران. تخفِّض الخلايا المنتِجة للإنسولين ـ الناشئة من خلايا جذعية جنينيّة بشرية ـ من مستويات السكر في دم فئران مصابة بمرض السكري من النوع الأول، لكن لم يتضح ما إذا كان من شأن النهج أن ينجح مع مرض السكري من النوع الثاني ـ وهو الأكثر شيوعًا بين البشر ـ أم لا. ولنمذجة المرض، غَذَّى تيموثي كيفر وزملاؤه ـ بجامعة كولومبيا البريطانية في فانكوفر، كندا ـ بعض الفئران، وفق نظام غذائي عالي الدهون. وبعد خمسة أيام، صارت مستويات الجلوكوز في دم الفئران عالية. وبمرور سبعة أسابيع؛ بدت عليها أعراض أخرى لمرض السكري من النوع الثاني. وزاد زَرْع خلايا بنكرياس مستنبَتة من خلايا جذعية جنينية بشرية في هذه الفئران من حساسيتها للإنسولين. وعندما اقترنت الخلايا المزروعة بعقاقير علاج السكري، حدَّت الخلايا أيضًا من السمنة ومستويات السكر في الدم.

Stem Cell Rep. **http://dx.doi.org/10.1016/j.stemcr.2015.02.011 (2015)**



DORLING KINDERSLEY/GETTY

علم الحيوان

سَمَك يبتلع فريسته

يَستخدِم سَمَك نطّاط الطين (*Periophthalmus barbarus*، في الصورة) فقاعات الماء وكأنها "لسان"؛ ليتغذى على البَرّ. ويشير الكشف إلى الكيفية التي ربما طوَّرت بها حيوانات أخرى ألسنة عندما انتقلت من البيئة المائية إلى الحياة على البَرّ.

استخدم كريجن ميشيل وزملاؤه ـ بجامعة أنتويرب في بلجيكا ـ تسجيل الفيديو عالي السرعة، والتصوير بالأشعة السينية؛ لدراسة سلوك تغذية حيوانات مختلفة. ووجد الباحثون أن نطّاط الطين عندما يأكل على الأرض، تبرز فقاعة من المياه، يحتجزها في فمه، تُلامِس الطعام قبل أن يطبق فَكَّيْه. وتمتص السمكة بعض هذه المياه مرة أخرى وهي تبتلع الطعام. يقول الباحثون إن حركة العظام المشارِكة في تغذية نطاط الطين تشبه تلك الخاصة ببعض الحيوانات التي تتغذى بألسنتها على الأرض. ويتيح هذا اللسان الزائف لنطاط الطين التقاط مواد غذائية على البَرّ وابتلاعها، بخلاف أنواع أخرى من الأحياء المائية، يجب أن تعود إلى المياه، لتستهلك ما التقطته على الشاطئ.

Proc. R. Soc. B **http://doi.org/2wr (2015)**

علْم النبات

جين يَقِي من مرض اللَّفْحة

يعزِّز جين في نبات البطاطس البري مقاومةَ النبات لفطر لفحة البطاطس المدمِّر. فقد قامت فيفيان فليشورز وزملاؤها ـ بجامعة فاجينينجن في هولندا ـ بتمشيط جبال الأنديز، موطن أسلاف البطاطس، لمدة عشر سنوات؛ بحثًا عن جينات معنِيَّة بمقاومة فِطْر اللفحة المتأخرة *Phytophthora infestans*. تَسبَّب هذا الكائن في أربعينات القرن التاسع عشر في مجاعة بطاطس بأيرلندا، وما زال المُمْرِض شائعًا. واكتشف الباحثون أن بطاطس *Solanum microdontum* تحتوي على جين ترميز بروتين يُسمَّى ELR، يتعرف على بروتينات إليستين المصونة من الناحية التطورية في الفطريات. وبروتين ELR هو مستقبِل مناعي، قد يثير رد فعل دفاعيًّا يقتل خلايا الورقة المصابة؛ لإبطاء انتشار المُمْرِض. ونقل الفريقُ الجينَ إلى نباتات بطاطس مزروعة، حيث أورثها مقاومة متزايدة للفحة. يقول الباحثون إن استخدام هذا الجين قد يؤدي إلى مقاومة أدوم للآفة من بقية جينات المقاومة المعروفة.

Nature Plants **http://dx.doi.org/10.1038/nplants.2015.34 (2015)**

الميكانيكا الحيوية

الدَّرَقة الكبيرة تجعل الانقلاب جحيمًا



ZORANDIM/SHUTTERSTOCK

يؤثر حجم دَرَقة السلحفاة وشكلها على مدى سرعة الحيوان في الاعتدال عندما يسقط على ظهره. فقد دَرَسَت آنا جلويوفيك وزملاؤها ـ بجامعة بلجراد ـ سلحفاة هيرمان (*Testudo hermanni*، في **الصورة**)، التي تعيش في موائل جبلية وصخرية، كثيرًا ما تقلب الحيوان على ظهره. وقاس الباحثون مقدار الوقت الذي استغرقه ذكر بالغ للوقوف على أقدامه بعد انقلابه، وكذلك الوقت الذي استغرقته سلاحف إناث في الوقوف على أقدامها بعد انقلابها. وجد الباحثون أن الحيوانات الكبيرة من كلا الجنسين أمضت وقتًا أطول في عَدْل أنفسها من الوقت الذي استغرقته السلاحف الأصغر.

واستغرقت ذكور السلاحف التي لديها صفائح أكبر على طول الحافة الخلفية من صَدَفَتها ـ المفيدة في إضفاء ثبات أثناء التزاوج ـ وقتًا أطول أيضًا في عَدْل أنفسها من جديد. ويقول الباحثون إن تأثيرًا مماثلًا لشكل الدَّرَقة على الانقلاب ربما يُوجَد في أنواع سلاحف أخرى.

Zool. Anz. **254, 99–105 (2015)**

تغيُّر المناخ

انكماش أرصفة جليدية

تترقَّق الأجزاء العائمة من الصفائح الجليدية في القارة القطبية الجنوبية بمعدلات متزايدة منذ منتصف تسعينات القرن الماضي، مما يثير مخاوف من انهيار الغطاء الجليدي، وتسارع ارتفاع مستوى سطح البحر من جرّاء احترار المناخ.

فقد حلَّل فرناندو باولو وزملاؤه ـ بمعهد سكريبس لعلوم المحيطات في سان دييجو، كاليفورنيا ـ سِجلًا عمره 18 سنة من الملاحظات، من ثلاث بعثات رادار أقمار صناعية. ووجد الباحثون أن حجم فقدان رصيف الجليد ازداد من حوالي 25 كيلومترًا مكعبًا سنويًّا من عام 1994 إلى 2003، إلى أكثر من 300 كيلومتر مكعب سنويًّا من عام 2003 إلى 2012. وقد كان الترقُّق هذا جذريًّا أكثر في غرب القارة القطبية الجنوبية، حيث فَقَدَت أرصفة عائمة هناك خُمْس سُمْكها

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تقريبًا في غضون 18 عامًا. وإذا استمرت في ترقُّقها بالمعدلات الحالية؛ فسوف تختفي هذه الأرصفة الجليدية تمامًا خلال قرن من الزمان.

Science **http://doi.org/278 (2015)**

السرطان

خلايا سرطان الدم تصبح طبيعية

جرت إعادة برمجة خلايا الدم البيضاء السرطانية من أشخاص يعانون من شكل من أشكال سرطان الدم لتصبح خلايا مناعية لا تسبب المرض في الحيوانات.

يتعذر تطوُّر خلايا مناعية غير ناضجة ـ تُسمى الخلايا البائية ـ كليًّا لدى الأشخاص المصابين بسرطان الدم الليمفاوي الحاد لسلائف الخلية البائية (B-ALL). وقد عزل رافيندرا ماجيتي وزملاؤه ـ بجامعة ستانفورد في ولاية كاليفورنيا ـ الخلايا المريضة المصابة بطفرات محددة من 12 مريضًا مصابًا بسرطان B-ALL. وأعاد الباحثون برمجة الخلايا عن طريق استزراعها مع جزيئات تعزِّز نمو الخلايا النخاعية، التي تشمل عدة أنواع من خلايا الدم البيضاء. وانتهى بهم المطاف بخلايا كانت مشابِهة للبلاعم التي تبتلع مسببات الأمراض، لم تتطور إلى سرطان عند زرعها في فئران. وقد أسفر تنشيط جين تنظيمي متعلق بالنسيج النخاعي في الخلايا عن النتيجة نفسها.

يقول الباحثون إن هذه الطريقة قد تمثل استراتيجية علاجية لبعض الأشخاص المصابين بسرطان الدم الليمفاوي الحاد لسلائف الخلية البائية.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://doi.org/24t (2015)**

الكيمياء

تصوير مدارات إلكترونات مثارة

هناك تقنية قد تمهِّد الطريق لتصوير سلوك الإلكترون عند حدوث التفاعلات الكيميائية. تخضع تفاعلات عديدة لسلوك الإلكترونات في حالات المدارات المثارة، لكن من الصعب تصوير هذه الحالات؛ لأنها لا تدوم إلا لجزء من البيكو ثانية (10^{-12} ثانية). قاس ماساهيكو تاكاهاشي وزملاؤه ـ بجامعة توهوكو في سينداي، اليابان ـ الحالات المثارة لجزيئات غاز الأسيتون من خلال سبرها بنبضات فائقة القصر من الإلكترونات. أزاحت إلكترونات النبضة الإلكترونات المثارة من الذرّات التي يتألف منها الأسيتون. وفي الوقت نفسه، ومن خلال قياس طاقة الإلكترونات المقذوفة، وتلك الخاصة بالنبضة، حدَّد الفريق طاقة وزخم الحالة المثارة للجزيء، التي دامت 13.5 بيكو ثانية فقط. وعلى الرغم من أن نوعية البيانات متدنية حاليًّا، يقول الباحثون إن النتائج بيَّنت جدوى هذه القياسات.

Phys. Rev. Lett. **114, 103005 (2015)**

علْم الكواكب

حلقات مقترَحة لصخرة في مدار

ثمة صخرة بحجم كويكب تدور بين زحل وأورانوس، قد يكون لها نظام حلقات. فقد رصدت أماندا بوش وزملاؤها ـ بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج ـ الكويكب الصغير "2060 تشيرون" يعبر أمام نجم، وذلك باستخدام مرفق تليسكوب الأشعة تحت الحمراء، التابع لوكالة "ناسا" في مونا كيا، وشبكة التليسكوبات العالمية لمرصد لاس كومبريس على هاليكالا، وكلاهما في هاواي. وشهد الفريق انخفاضين طفيفين في سطوع النجم قبل عبور تشيرون وبعده، مما يوحي بوجود حلقة من الحطام تحيط بالنظام، ربما من بقايا تشكيل تشيرون، أو من مواد مقذوفة من سطحه في دفقات على غرار المذنب. وإذا تأكد ذلك.. فسوف يكون نظام حلقات تشيرون هو خامس نظام معروف في النظام الشمسي.

Icarus **252, 271–276 (2015)**

علْم الأحياء المجهرية البيئي

مصدر بكتيريا الكَرْمَة

يبدو أن غالبية البكتيريا الموجودة في كروم العنب تأتي من التربة، وهو اكتشاف قد يساعد الباحثين على فهم كيف تؤثر ميكروبات التربة على خصائص النبيذ المصنوع من العنب.

فقد أخذ جاك جيلبرت وزملاؤه ـ بمختبر أرجون الوطني في ولاية إلينوي ـ عيِّنات من التربة، وكَرْمَة ميرلوت من خمس مزارع للكروم في لونج آيلاند، نيويورك. وعيَّن الباحثون تسلسل جينومات البكتيريا الموجودة في التربة، وعلى النباتات، واكتشفوا أن المجتمعات البكتيرية على مختلف أجزاء النبات كانت أشبه بتلك الموجودة في التربة حول الجذور من بعضها البعض. يشير هذا إلى أن التربة تُعَدّ مستودعًا رئيسًا لبكتيريا الكروم. ويبدو أن هذه الكروم تشترك في التكوين الأساسي للميكروبات مع تلك التي من ولاية كاليفورنيا، ومن بوردو في فرنسا.

mBio **6, e02527-14 (2015)**

الحفاظ على البيئة

انتفاع أفضل بمال الحفاظ على البيئة

يمكن زيادة فاعلية الأموال المستثمَرة من أجل الحفاظ البيئي على بعض الأنواع الجذابة، إذا تم إنفاقها بناءً على أسس علمية. فقد دَرَس جوزيف بينيت وزملاؤه – بجامعة كوينزلاند في بريسبان، أستراليا – تأثير أكثر من مليون دولار نيوزيلندي (765 ألف دولار أمريكي) من تمويل القطاع الخاص المعيَّن لحماية 10 أنواع من الطيور الشهيرة في نيوزيلندا، من بينها طائر الكيوي الشمالي البُنِّي (*Apteryx mantelli*، **في الصورة**).

وإذا كان التمويل موجَّهًا فقط لعشرة أنواع معينة في الأصل؛ فسيتم حفاظ ما معدله 1.4 أنواع أخرى بفعالية، مقارنةً بسيناريو لا يتضمن أي تمويل من القطاع الخاص. وإذا تم تخصيص الأموال بطريقة تفيد حيوانات أخرى مهدَّدة بالانقراض، فضلًا عن الأنواع الرئيسة العشرة، يمكن الحفاظ على 2.8 أنواع إضافية في المتوسط. وإذا تم توزيع الأموال في نطاق أوسع على طيور غير شهيرة بنيوزيلندا، لكنها لا تزال مهدَّدة بالانقراض؛ فيمكن إنقاذ ما معدَّله 3.3 أنواع إضافية.

ورغم أن تمويل القطاع الخاص لمثل هذه الأنواع الرئيسة قد يدِرّ عائد حفاظ حيويًّا، إلا أنّ هذا العائد يجب أن يُنفَق بعناية؛ لتحقيق أقصى قدر من منافع الحفاظ، وفق رأي الباحثين.

Proc. R. Soc. B **282, 20142693 (2015)**



LIFE ON WHITE/ALAMY

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك متابعة التحديث الأسبوعي للأبحاث من خلال التسجيل على:
go.nature.com/hntmqc

اختيــــار المجتمـــع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

دعوة إلى بيانات صحية مفتوحة المصدر

في 24 مارس الماضي، دُشِّنت بوابة عبر الإنترنت (Open Humans)، تشجع المواطنين الأمريكيين على تبادل بيانات الحمض النووي، وبيانات طبية أخرى مع الباحثين. أثار الإعلان نِقاشًا على وسائل الإعلام الاجتماعية، يعكس الإثارة والمخاوف بشأن الخصوصية على حد سواء. ويجنِّد الموقع ـ الذي تديره جامعة نيويورك، وجامعة كاليفورنيا في سان دييجو، وكلية طب هارفارد في بوسطن، ماساتشوستس ـ متطوعين؛ لتوفير معلومات صحية شخصية لثلاث دراسات بحثية، مع ترقُّب دراسات أخرى محتملة. ويدرس مشروع "أمريكان جت" American gut الكائنات المجهرية بأمعاء الإنسان، أما مشروع "جو فيرال" GoViral، فيقدم لمحة عن فيروسات الجهاز التنفسي، بينما يجمع "مشروع الجينوم الشخصي في هارفارد" بيانات جينومية. كتبت مادلين بول ـ متخصصة علم الوراثة في جامعة هارفارد، والباحثة الرئيسة ـ على "تويتر" قائلةً: "لتكن معلوماتك مفتوحة المصدر؛ من أجل تسريع الاكتشافات العلمية". ورغم أن البعض أشاد بالإطلاق، كان لآخرين تحفُّظات.. فقد قال روس ويبو ـ عالِم البيئة البحرية في مركز بحوث البيئة بمؤسسة سميثسونيان في إيدجووتر، ولاية ميريلاند ـ في تغريدة له: "هذا اختبار لحركة البيانات المفتوحة #opensource، وهو ما يدفعنا للتساؤل: أين يرسم الأفراد الحد الفاصل بين الخصوصية والتقدم؟".

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر:
www.nature.com/bbebfq

ثلاثون يومًا موجـز الأخبـار

أحداث

مرض يصيب الماشية

أُطلقت حملة عالمية في الأسبوع الأول من إبريل الماضي خلال مؤتمر بمدينة أبيدجان في كوت ديفوار؛ للقضاء على فيروس مميت، يصيب الماشية. يهدد طاعون "المُجْتَرّات الصغيرة" 80% من الماعز والأغنام، ومجترات صغيرة أخرى في جميع أنحاء العالم، وذلك وفقًا لما أوردته منظمة الأغذية والزراعة، التابعة للأمم المتحدة، التي شاركت في تنظيم المؤتمر بالتعاون مع المنظمة العالمية لصحة الحيوان. وتأمل الوكالتان في القضاء على المرض بحلول عام 2030.

استقرار الانبعاثات

أعلنت وكالة الطاقة الدولية في الثالث عشر من مارس الماضي أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصادرة من قطاع الطاقة العالمي لم تشهد زيادة في عام 2014، على الرغم من نمو الاقتصاد العالمي بنسبة 3%. وتشير الوكالة إلى أن هذه تُعتبر السابقة الأولى منذ أربعين عامًا، تتوقف فيها زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أو انخفاضها مع عدم حدوث تراجع اقتصادي. ترى الوكالة أيضًا أن الجهود العالمية المبذولة من أجل الحدّ من انبعاثات الغازات الدفيئة ربما تكون قد أتت بتأثير أكبر مما كان يُعتقَد سابقًا. كما أشارت الهيئة إلى الجهود المتنامية من أجل تحسين كفاءة الطاقة، والتوسع في مصادر الطاقة المتجددة في الصين والدول الصناعية.

محيط "جانيميد"

إنّ تراقُص الشفق على سطح قمر المشتري "جانيميد" هو خير دليل على تواجد محيط سائل تحت قشرته الثلجية. فخلال اجتماع لـ"ناسا"، انعقد في الثاني عشر من مارس الماضي، وصف يواكيم سور من جامعة كولون في ألمانيا كيف استخدم فريقه تليسكوب "هابل" الفضائي في دراسة "جانيميد". والنسبة الزاوية التي يتحرك بها الشفق ترجِّحان أن الغازات الساخنة الحاملة لشحنات كهربائية متأثرة بمحيط من المياه المالحة تحت السطح. جدير بالذكر أن "جانيميد" هو أكبر قمر بالمجموعة الشمسية، وأن محيطه الكبير قد يكون مسكنًا محتملًا لحياة خارج كوكب الأرض.



PATRICIO ROBLES GIL/ SIERRA MADRE/MINDEN PICTURES/CORBIS

تحديد موقع التليسكوب

إنّ جبال سان بيدرو مارتير في شبه جزيرة باجا كاليفورنيا بالمكسيك (في الصورة) مؤهلة للتصفية الأخيرة، لتحديد موقع النصف الشمالي من الكرة الأرضية، المخصَّص لمصفوفة تليسكوب تشيرينكوف (CTA). ففي السادس والعشرين من مارس الماضي، أعلن الاتحاد المسؤول عن التليسكوب أنه اختزل الأماكن الخمسة المرشحة إلى مكانين اثنين فقط، هما جبال سان بيدرو مارتير، أو منطقة لابالما بجُزُر الكناري في إسبانيا، مع الاحتفاظ بموقع في ولاية أريزونا احتياطيًّا. وسوف يتخذ الاتحاد القرار النهائي في شهر نوفمبر المقبل. وسوف تقوم الشبكة المكوَّنة من 100 تليسكوب تقريبًا، والواقعة في مواقع المصفوفة في النصفين الشمالي والجنوبي من الكرة الأرضية، بالكشف عن أشعة جاما عالية الطاقة.

مياه العالَم

حذَّر تقرير صادر عن الأمم المتحدة من أن العالَم سيواجه نقصًا في الموارد المائية بنسبة 40% بحلول عام 2030، إلا إذا تحسنت إدارة هذه الموارد المهمة تحسنًا شديدًا. يلقِي تقرير تنمية المياه في العالم ـ الصادر في العشرين من مارس الماضي في مدينة نيودلهي ـ الضوءَ على الظمأ المتزايد الذي يعاني منه كوكب الأرض، في ظل استمرار ارتفاع الكثافة السكانية العالمية، واستمرار النمو الاقتصادي. ومِن المتوقع أن يزيد الاحتياج للمياه بنسبة 55% بحلول عام 2050. يذكر التقرير أيضًا أن 20% من المياه الجوفية معرَّضة بالفعل للإسراف في الاستهلاك، كما يفتقر هذا المورد إلى إدارة مستدامة.

أبحاث

مشروع الدماغ

أوصت المفوضية الأوروبية بإحداث تغييرات على إدارة المشروع الأوروبي العملاق "مشروع الدماغ البشري" الذي يجمع ما بين علم الأعصاب والحوسبة والبالغ تكلفتة مليار يورو (ما يعادل 1.1 مليار دولار أمريكي). فقد ذكر تقرير موجز صادر عن المفوضية في السادس من مارس الماضي أن إجراءات اتخاذ القرار يجب أن تكون "بسيطة، وعادلة، وشفافة". وفي التاسع من مارس الماضي أوصت لجنة وساطة مستقلة كانت تحلل خلافات عميقة بالمشروع بتوصيات مماثلة. للاطلاع على المزيد، انظر: go.nature.com/knoaqq.

الأرشيف البحري

أوشك مصنِّفو الأحياء المائية على الانتهاء من المشروع العملاق لعمل قائمة تصنيفية بكل الأنواع البحرية المعروفة. وفي تحديث في الثاني عشر من مارس الماضي، ذكر فريق من السجل الدولي للأنواع البحرية (WoRMS) أن هناك 228,445 كائنًا بحريًّا معروفًا، وأنهم استبعدوا 190,400 كائن مكرَّر ومُدْرَج من قبل. ذكر السجل الدولي للأنواع البحرية ـ الذي يرعاه معهد فلاندرز للبحريات في بلجيكا ـ أنه أضاف 1,451 نوعًا جديدًا في عام 2014 فقط، إلا أن هناك مئات الآلاف من الكائنات البحرية الأخرى التي لم يتم تعريفها رسميًّا بعد. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/vg5ifd .

أمل لعلاج الزهايمر

في تجربة دوائية محدودة، أبطأ دواء تجريبي لعلاج الزهايمر من عملية التدهور الإدراكي، وذلك وفقًا لما أعلنت عنه الشركة المصنِّعة للدواء "بايوجين أيديك" في كمبريدج

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بولاية ماساتشوستس في العشرين من مارس الماضي. يستهدف دواء "أدوكانوماب" Aducanumab لويحات الأميلويد بيتا التي تُوجَد بِنسَب عالية في أدمغة مرضى الزهايمر. وبعد أربعة وخمسين أسبوعًا من العلاج باستخدام "أدوكانوماب"؛ انخفضت نِسَب الأميلويد بيتا لدى المرضى، فيما يُعَدّ المرة الأولى التي يُظْهِر فيها دواءٌ لمرض الزهايمر تأثيرًا ملحوظًا إحصائيًّا. وقد أشارت دراسة السلامة التي أجريت على 166 مريضًا إلى أن الدواء آمن بشكل عام، بالرغم من وجود بعض الآثار الجانبية في الجرعات العالية. ويحذِّر الخبراء من أنّ الاكتشافات ما زالت في مراحلها الأوّلية.

شخصيات

جائزة "أبيل" لعالِمَيْن

في الخامس والعشرين من مارس الماضي، فاز عالِم الرياضيات الأمريكي جون ناش، ولويس نيرينبرج المولود في كندا بجائزة "أبيل" Abel Prize لعام 2015، والتي تُعتبر جائزة مكافئة لجائزة "نوبل"، في مجال الرياضيات. فاز الثنائي بالجائزة؛ نتيجة إسهاماتهما في نظرية المعادلات التفاضلية الجزئية. تتمثل أهم إنجازات ناش ونيرينبرج في مجال يُسمى التحليل الهندسي، المعنيّ بأشكال الأجسام والأسطح. كما عمّق نيرينبرج من فَهْم معادلات نافييه-ستوكس التي تصف حركة سريان الموائع. الجائزة ـ التي تبلغ قيمتها 6 ملايين كرونة (766,000 دولار أمريكي) ـ مقدَّمة من الأكاديمية النرويجية للعلوم والآداب في أوسلو.



JEAN REVILLARD VIA GETTY

تكنولوجيا

طائرة شمسية

أطلق طيارون سويسريون محاولة في التاسع من مارس الماضي للتحليق حول العالم في طائرة تعمل بالطاقة الشمسية فقط. بيرتراند بيكارد وأندريه بورشبيرج بدءا رحلتهما في الطائرة التجريبية "سولار إمبالس 2" (**في الصورة**) في أبو ظبي. تستخدم الطائرة، التي فاق طول أجنحتها طول أجنحة الطائرة النفاثة الضخمة رغم أن وزنها يعادل وزن سيارة صغيرة، سبعة عشر ألف خلية شمسية وبطاريات الليثيوم- أيون القابلة لإعادة الشحن للتحليق لعدة أيام وليالٍ دون انقطاع. الرحلة التي ستستغرق خمسة أشهر ستشمل المرور فوق المحيطين الأطلنطي والهادئ.

تمويل

الطاقة المتجددة

أعلن برنامج الأمم المتحدة للبيئة في الواحد والثلاثين من مارس الماضي أن الاستثمار العالمي في مجال الطاقة المتجددة زاد بنسبة 17%، ليصل إلى 270 مليار دولار في عام 2014. فقد أضاف العالَم بقيادة الصين، والولايات المتحدة، واليابان قدرة كهربائية قياسية تقدَّر بـ103 جيجاوات من الطاقة المتجددة، أنتجت ما يقرب من 9.1 % من الاستهلاك العالمي للكهرباء في عام 2014، بزيادة عن نسبة عام 2013 التي وصلت إلى 8.5 %. تقدِّر الوكالة أن ذلك أدَّى إلى انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بحوالي 1.3 جيجا طن ـ ما يعادل ضعف الانبعاثات من صناعة النقل الجوي عالميًّا ـ بالأخذ في الاعتبار كمية ثاني أكسيد الكربون التي كانت ستنبعث في حال استخدام الوقود الأحفوري. مثَّلت الطاقة الشمسية وطاقة الرياح نسبة 92% من إجمالي مصادر الطاقة المتجددة.

الأزمة الأسترالية

هناك مساحة كبيرة من البنية التحتية المشتركة للأبحاث الوطنية بأستراليا مهددة بالغلق بسبب عدم التأكد من حصولها على مبلغ 150 مليون دولار أسترالي (116 مليون دولار أمريكي) الذي خصصته الحكومة لها في العام الماضي. كتبت المنظمات التي تمثل العلماء الأستراليين خطابًا مفتوحًا موجَّهًا إلى رئيس الوزراء الأسترالي توني أبوت في الرابع من مارس الماضي تحذر فيه من الأزمة. يُذكَر أن هناك سبعًا وعشرين منشأة تعمل تحت مظلة مبادرة الاستراتيجية الوطنية التعاونية للبنية التحتية للأبحاث، ويعمل بها طاقم بحثي مكوَّن من حوالي 1,700 باحث، سيتم غلقها في حال عدم الحصول على التمويل. هذا.. والأموال متوقفة على قانون مثير للجدل، خاص بإصلاحات في التعليم العالي، ولم يتم تمريره بالبرلمان حتى الآن. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/3q8eiq.

سياسات

تصويت

صوَّت مجلس العموم البريطاني في الحادي عشر من مارس الماضي من أجل إلزام القائمين على صناعة التبغ باستخدام علب موحَّدة للسجائر المباعة في البلاد. روَّج بعض الباحثين والمدافعين عن الصحة للتغليف الموحَّد للسجائر، باعتباره طريقة لخفض استهلاك التبغ، إلا أن القائمين على الصناعة اعترضوا على الفكرة اعتراضًا شديدًا. وبينما تشير جماعات معنِيَّة بالصحة إلى أن التغليف الموحَّد يدعمه الجانب العلمي، ويجب الترحيب به، هدَّدت شركة من شركات التبغ باللجوء إلى القضاء في حال مرور القانون بنجاح في المرحلة المقبلة في مجلس اللوردات.

قوانين بيئية جديدة

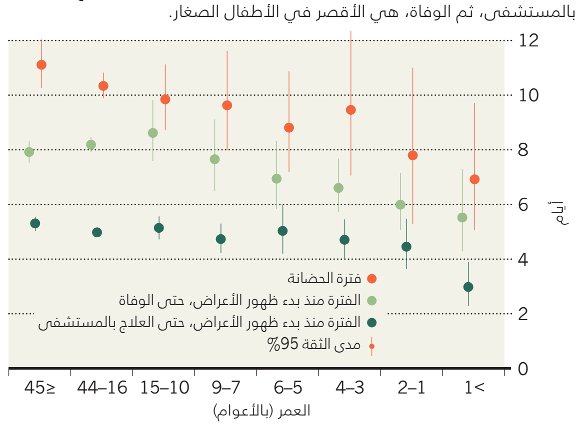
أنهت وزارة الشؤون الداخلية الأمريكية قوانينها المتعلقة بعمليات التكسير الهيدروليكي في الأراضي العامة والأراضي القَبَلِيّة. ففي العشرين من مارس الماضي، وَضعت القوانينُ معايير أمنية وبيئية للشركات التي تحقن سوائل في الصخور تحت ضغط مرتفع لتكسيرها، واستخراج النفط والغاز منها. تتضمن المتطلبات الجديدة عمل المزيد من التحاليل الجيولوجية قبل الحفر، والتحقق من سلامة البئر فور الانتهاء من أعمال الحفر. كما ترفع القوانين من معايير تخزين سوائل الحفر، وتُلزِم بالإفصاح عن الكيماويات المستخدَمة في تلك السوائل. يوجد حاليًّا أكثر من مئة ألف بئر على الأراضي الفيدرالية، وتُستخدم عمليات التكسير الهيدروليكي في 90% من الآبار التي تم حفرها.

مراقبة الاتجاهات

طِبقًا لدراسة حول الوباء الحالي في غرب أفريقيا، يصيب فيروس الإيبولا أعدادًا من الأطفال أقل من الكبار، إلا أن مراحل تطور المرض تكون أسرع في الأطفال (WHO Ebola Response Team *N. Engl. J. Med.* **372**, 1274–1277; 2015)، بل ويوجد أعلى معدل للوفيات في الأطفال الصغار، وكذلك أسرع معدل لتدهور الصحة، وصولًا إلى الوفاة. وبناء على ذلك.. يوصي القائمون على الدراسة بتوجيه الأطفال المشكوك في إصابتهم بالإيبولا للحصول على المساعدة، وأن يتم علاجهم في أقرب وقت ممكن.

الإيبولا طِبقًا لسن المصاب

فترة حضانة فيروس الإيبولا، والفترة بين بدء ظهور الأعراض، حتى العلاج بالمستشفى، ثم الوفاة، هي الأقصر في الأطفال الصغار.



SOURCE: WHO EBOLA RESPONSE TEAM N. ENGL. J. MED. 372, 1274–1277 (2015)

أخبـــار في دائرة الضـوء

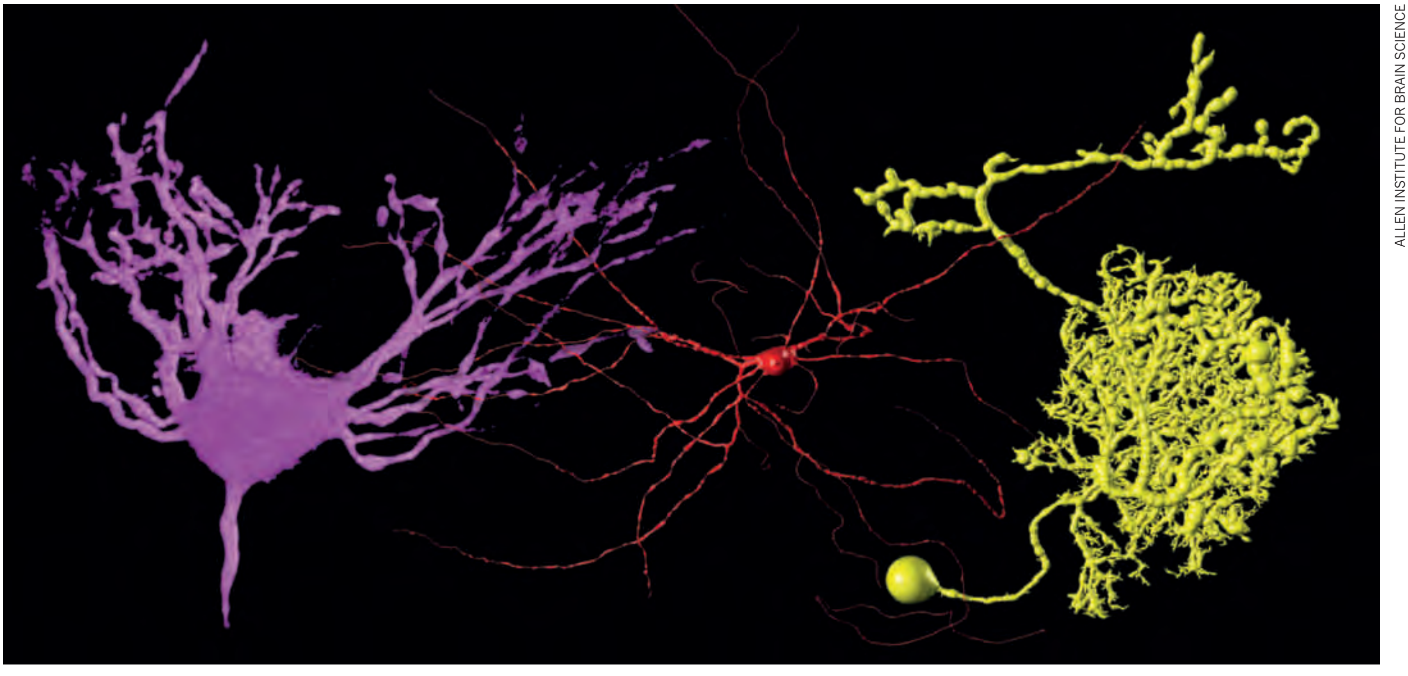
أنظمة بيئية «مشروع العشرة أعوام» يسعى لسد الفجوات في نماذج محاكاة الاحترار العالمي **ص. 22**

فيزياء الجسيمات عودة أقوى مصادِم جسيمات في العالم للعمل مرة أخرى، بعد توقف لمدة عامين **ص. 24**

علم الفضاء رحلات استكشافية في الفضاء، بدءًا من كوكب الزهرة، حتى مدارات الكويكبات **ص. 26**



الأنثروبوسين نقاش محتدم حول تسجيل حقبة جيولوجية جديدة **ص. 32**



ALLEN INSTITUTE FOR BRAIN SCIENCE

خلايا دماغية من فرخ دجاج (بنفسجي)، وسلحفاة (أحمر)، وذبابة فاكهة (أصفر)، تُصور تنوع أشكال الخلايا العصبية.

علم الأعصاب

موسـوعـة الخليـة العصبيـة تكشـف أسـرار الدمـاغ

قد تثير جهودُ وَضْع دليل لوصف الخلايا العصبية الخلافات بين الباحثين حول أسس التصنيف.

هيلين شين

هناك خطة طموحة تُوضَع بشكل عاجل؛ لكتابة أكبر دليل للتراكيب العصبية. فقد صُمم مشروع «بيج نيورون» BigNeuron، الذي أُعلن عنه معهد آلن لعلم الدماغ في 31 مارس الماضي بسياتل، واشنطن، لمساعدة الباحثين لمحاكاة وفهم العقل البشري. وقد يساعد المشروع اختصاصيي العلوم العصبية كذلك للتصدي لمسائل جوهرية، مثل كيفية تصنيف الخلايا العصبية.

إنه عصر مبادرة الدماغ واسعة النطاق، حيث يهدف مشروع أوروبا للعقل البشري إلى وضع نموذج للعقل البشري في حاسوب عملاق، وتأمل المبادرة الأمريكية «برين» BRAIN في الكشف عن الكيفية التي تعمل بها شبكات الخلايا العصبية مع بعضها البعض، والتي تنتج عنها الأفكار والأفعال. يقول رافائيل يوست، متخصص في العلوم العصبية من جامعة كولومبيا في مدينة نيويورك: «لا زلنا لا نعلم عدد أصناف الخلايا العصبية الموجودة في الدماغ». يهدف مشروع «بيج نيورون» إلى تكوين تصورات مفصلة لعشرات الآلاف من الخلايا العصبية من أجناس مختلفة، من ضمنها ذباب الفاكهة، سمك الزّرد، الفئران والبشر، ولاقتراح أفضل خوارزميات حاسوبية لاستخلاص أشكال تلك الخلايا المتشعبة بشكل دقيق من البيانات المجهرية، وهي عملية صعبة ومعرضة للخطأ.

إن التوصل إلى تفاصيل أشكال الخلايا العصبية أمر ضروري، إذا أردنا نمذجة سلوكها بشكل دقيق، حيث يتحكم شكل الخلية الهندسي في تحديد كيفية معالجتها ونقلها للمعلومات بواسطة الإشارات الكهربية والكيميائية.

لم يبدأ مشروع «بيج نيورون» من الصفر، حيث يعود تاريخ توصيف أنواع الخلايا العصبية إلى زمن اختصاصي التشريح العصبي سانتياجو رامون إي كاخال، الذي رسم في أواخر القرن الثامن عشر ما شاهده تحت المجهر. سُميت الخلايا العصبية النجمية نسبةً إلى شكلها النجمي، ويمكن التعرف على الخلايا العصبية الهرمية بأجسامها المدببة.

ومن المرجح أن هذه المسميات تشمل فقط شريحة صغيرة من التنوع الهائل الذي تتميز به عشرات الملايين من الخلايا العصبية في دماغ الفأر، أو عشرات البلايين في دماغ الانسان. يقول هانتشوان بينج من معهد آلين، الذي يقود مشروع «بيج نيورون»: «هناك ما لا يُعَدّ ◄

ولا يُحصَى من الخلايا العصبية في الدماغ، لكننا لم نتعرف سوى على مجموعة بالغة الصغر».

كانت العقبة الرئيسة في سبيل إضافة المزيد من الخلايا العصبية للدليل هي عملية استنباط بِنْيَة الخلايا ثلاثية الأبعاد من ركام مئات الآلاف من الصور المجهرية ثنائية الأبعاد. وعادةً ما تنحني الخلايا العصبية بشكل حاد، وتلتف حول نفسها، وتعبر فوق بعضها البعض. لذلك.. قد يكون تتبُّع كل الفروع صعبًا على الإنسان والآلات على حد سواء، فربما تستغرق إعادة بناء خلية عصبية بسيطة عدة أيام، بينما تستغرق الخلية الأكثر تعقيدًا عدة أشهر.

ويبدو أن الحواسيب لا تستطيع تعقُّب الخلايا العصبية مثل البشر، لكن بعض البرامج يمكنه التعامل مع بعض الحالات المستعصية في غضون بضع ساعات، ويعتمد نجاحها على البيانات المُدخَلة، وعلى ظروف تجريبية.

ومن أجل بلوغ هدف توصيف آلاف الخلايا العصبية، وَضَع مشروع «بيج نيورون» هدفه الأول في البحث عن أفضل الخوارزميات التي تؤدي وظائف معينة. وخلال الأشهر القليلة القادمة، سيتم استدعاء مطوِّري الشفرات الحاسوبية؛ لتسليم أفضل ما لديهم من خوارزميات، وكذلك اختصاصيي العلوم العصبية؛ لتسليم بيانات التصوير، ثم تقوم الحواسيب العملاقة بإجراء الخوارزميات على البيانات. وستتم مقارنة التركيبات المعادة مع بعضها البعض، ومقارنتها بالتركيبات البشرية إن وجدت، التي لا تزال تُعَدّ «قواعد ذهبية للمقارنة»، وسيتاح الوصول لجميع البيانات والخوارزميات.

من بين متعهدي رعاية لقاءات وورشات عمل مشروع «بيج نيورون»: مشروع «برين»، ومؤسسة «وِيلْكَم تراست» في لندن، ومجمع أبحاث جانيليا فارم في آشبرن، فيرجينيا. كما سينضم إلى مشروع «برين» كل من مختبرات «أوك ريدج» الوطنية في تينيسي، ومختبرات «لورانس بيركلي» الوطنية في كاليفورنيا، وذلك بالإسهام بمصادر الحواسيب العملاقة. ولا يوجد لدى معهد آلن أي تقديرات حول تكلفة المشروع حتى الآن.

يأمل مُنظّمو المشروع في امتلاك قاعدة بيانات تضم أشكال الخلايا العصبية الظاهرية، مزودة بتعليقات، وذلك بحلول عام 2016. ويعتقد يوست أن مشروع «بيج نيورون» سيضيف تحديًا كبيرًا آخر، وهو الحد الفاصل الذي يتوجب على العلماء الاتفاق حوله، بشأن التفريق بين أنواع الخلايا.

يتفق الباحثون بشكل عام على بعض أنواع الخلايا العصبية، مثل خلية الثريا chandelier، لكن لا تمتلك الأنواع الأخرى الوضوح نفسه، ومن ضمنها الخلايا الهرمية التقليدية، التي تشكل حوالي 80% من الخلايا العصبية في قشرة المخ. اقترح بعض الباحثين أنه حسب التقسيم.. تضم الفئة عدة أنواع مختلفة، بينما يرى آخرون أنها متغايرة فقط. كما سيهدد الدليل الجديد نزعات تفضيل الذات لدى البعض، فعديد من أنواع الخلايا العصبية مُسماة تيمنًا بالعلماء الذين وصفوها، يقول يوست: «الناس حسّاسون جدًّا حيال ذلك».

ويضيف قائلًا إن المشكلة تكمن في اعتماد تصنيف الخلايا العصبية تاريخيًّا بشكل كبير على الوصف الكيفي والتقييم الشخصي للصور المجهرية، بينما مع تحسُّن تقنيات التصوير وخوارزميات التحليل الآلي، ستتوافر بيانات ومعايير كمية أكثر بشكل أكثر تفصيلًا. ويعلِّق قائلًا: «أنا واثق من أننا سنصل إلى وصف خلايا عصبية جديدة لم تكن معروفة من قبل، كما ستختفي أنواع قديمة تمامًا». ■



تبشر معالجة بيانات تسلسل الحمض النووي المشفرة باكتشاف المتغيرات الجينية المرتبطة بالأمراض بسرعة وأمان.

الحوسبة

حماية البيانات الوراثية المخزَّنة على الإنترنت

تقنية تشفير فائقة.. تجعل الطب الشخصي حلمًا قريب المنال.

إيريكا تشيك هايدن

يتلخص حلم علم الطب ومبتغاه في المستقبل في فهْم العلاقة بين الحمض النووي والأمراض، حتى يتسنى تخصيص العلاج وفقًا لذلك. والعلماء الذين يعملون على تحقيق حلم الطب «الشخصي» أو «الدقيق»، تواجههم معضلة تأمين البيانات الوراثية والسجلات الطبية؛ وفي الوقت نفسه، يتابعون تيسير تنفيذ عمليات التحليل المعتمدة على البيانات الهائلة المخزنة في الخدمات السحابية على الإنترنت، وهي عمليات مطلوبة لإجراء الاستنباطات والعلاقات المفيدة. وتبشر الاختبارات التي أجريت على تقنية واعدة لتشفير البيانات بالاقتراب من التغلب على هذا التحدي.

وفي ورشة عمل استضافتها جامعة كاليفورنيا بسان دييجو يوم 16 مارس الماضي، حلل خبراء التشفير بيانات الفحوص الوراثية. ومن خلال العمل على مجموعات صغيرة من البيانات، واستخدام تقنية «التشفير التماثلي»، استطاعوا العثور على متغيرات جينية مرتبطة بالمرض في غضون عشر دقائق. ورغم أن أجهزة الحاسب انشغلت لساعات بمهام شبه واقعية، مثل العثور على متغير مرتبط بالمرض في جزء من الحمض النووي يعادل جزءًا من مئات آلاف الأجزاء للجينوم الكامل، فإن ذلك لم يوهن من عزيمة خبراء التشفير.

يقول شياوكيان جيانج ـ الباحث في علم الحاسبات في جامعة كاليفورنيا بسان دييجو، الذي أسهم في إعداد ورشة العمل: «لدينا نتيجة مبشرة، لكن التحدي لا يزال قائمًا، إذا أردنا أن نتوسع في الأمر».

يعتقد الأطباء والباحثون أن فهم تأثير الجينات على الأمراض يتطلب جمع البيانات الصحية والوراثية من ملايين الأفراد. وهذه المهمة الضخمة قد تتطلب قوة المعالجة التي تتمتع بها أجهزة الحاسب المتصلة بالشبكة، لكن انتهاكات أمن الإنترنت في السنوات القليلة الماضية

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



DAVID PAUL MORRIS/BLOOMBERG VIA GETTY

جسدت المخاطر التي تكمن في تخزين بيانات ضخمة وحساسة على مواقع خدمات التخزين على الإنترنت، المعروفة باسم «مواقع التخزين السحابي».

يحرص مديرو قاعدة الأنماط الجينية والظاهرية للكائن الحي (dbGaP) في المعهد الوطني الأمريكي للصحة ـ وهي قاعدة بيانات تضم البيانات الطبية والوراثية ـ أشد الحرص على تشديد الأمن والحماية، حتى إنهم يمنعون مستخدمي قاعدة البيانات من تخزينها على أي أجهزة كمبيوتر متصلة مباشرة بالإنترنت.

يعالج التشفير التماثلي هذه المخاوف، من خلال السماح للباحثين بإيداع صورة مشفرة رياضيًّا من البيانات في مواقع التخزين السحابي فقط. ويتم إجراء العمليات الحاسوبية على البيانات المشفرة والمخزنة في مواقع الإنترنت السحابية، ويتم إرسال النتيجة المشفرة إلى الجهاز المحلي، الذي يقوم بفك تشفيرها. وإذا قام اللصوص أو القراصنة باعتراض البيانات المشفرة في أي نقطة على الإنترنت؛ ستظل البيانات المتضمَّنة آمنة ومحمية.

تقول لوسيلا أونو ماكادو ـ الباحثة في علم الحاسبات في جامعة كاليفورنيا بسان دييجو، ومنظِّمة ورشة التدريب ـ إننا «إذا استطعنا إثبات نجاح هذه الطريقة؛ سيرفع ذلك من مستوى الثقة والاطمئنان في إمكانية تخزين أحجام كبيرة من البيانات، ومعالجتها حاسوبيًّا بطريقة تحمي خصوصية الأفراد».

تختلف تقنية التشفير التماثلي ـ التي اقتُرحت لأول مرة في عام 1978 ـ عن الأنواع الأخرى من التشفير، حيث إنها تتيح للمواقع السحابية معالجة البيانات المشفرة، كما لا تتمكن أبدًا بصورة جوهرية من «رؤية» الأرقام التي تعالجها أو تحللها. وبخلاف أساليب التشفير الأخرى، ستقدم النتيجة نفسها مثل العمليات الحسابية التي تجري على البيانات غير المشفرة.

ظلت هذه التقنية بصورة كبيرة مجرد مفهوم نظري حتى عام 2009، عندما أثبت باحث علم التشفير، كريج جينتري من مركز آي بي إم توماس واتسون للبحوث في يورك تاون هايتس، بنيويورك، إمكانية إجراء أي عمليات حسابية على البيانات متماثلة التشفير. وقد تحقق ذلك بتحويل كل نقطة في البيانات إلى جزء من المعلومات المشفرة ـ أو نَص مُشفَّر أكبر ـ وهي أكثر تعقيدًا من البيانات الأصلية، حيث يتم تشفير وحدة واحدة من المعلومات «بت» غير المشفرة في صورة نص مشفر، حجمه أكبر من ميجابايت، أو ما يعادل حجم صورة رقمية. وكان ذلك إنجازًا كبيرًا، لكن العمليات الحسابية ستتطلب بطبيعة الحال أوامر، حجمها أكبر 14 مرة من أوامر التعامل مع البيانات غير المشفرة. وهكذا نجح جنتري في أن يجعل من التشفير التماثلي أمرًا ممكنًا، لكنه ظل أمرًا غير عملي.

منذ ذلك الوقت، طوَّر باحثو علم التشفير نظمًا للتغلب على هذه العوائق والتحديات.. على سبيل المثال بتشفير أجزاء عديد من البيانات معًا، بحيث يمكن معالجتها بصورة متوازية، أو من خلال تشفير أرقام حقيقية مباشرة في النصوص المشفرة المفردة، بدلًا من تحويلها أولًا إلى وحدات «بت». ونتيجة لذلك.. كما يقول شاي هاليفي، الباحث في علم التشفير في مركز آي بي إم للأبحاث، أصبح التشفير التماثلي الآن يعمل بسرعة أعلى 150 ألف مرة مما كان عليه الأمر في عام 2009. ويكمل قائلًا إن «العملية الحسابية التي كانت تستغرق يومًا ونصف اليوم في 2012، أصبحت تستغرق الآن خمس دقائق فقط، مما يجعل الوقت سانحًا لكي نتساءل: هل هذه السرعة كافية لكي يصبح التشفير التماثلي عمليًّا؟».

في ورشة عمل «خصوصية وأمن تكامل البيانات للتحليل والإخفاء والمشاركة 2015» التي أقيمت يوم 16 مارس وأشرنا إليها آنفًا، كشفت 5 فرق عن تقنيات للتشفير التماثلي، قادرة على فحص بيانات 400 شخص في غضون 10 دقائق، وقادرة على التقاط متغير جيني مرتبط بالمرض من بين 311 نقطة اختلاف في الجينوم. واستغرق الأمر 30 دقيقة لتحليل أجزاء صغيرة من الجينوم، أكبر قليلًا من حجم الجين العادي، أي نحو 5,000 زوج قاعدي في الحمض النووي. وفي الأجزاء الأطول من بيانات التسلسل الجيني، أي نحو 100 ألف زوج قاعدي، أو ما يماثل 0.003% من الجينوم العام، لم ينجح التحليل دائمًا، أو استغرق عدة ساعات، واستهلك ذاكرة أكبر 100 مرة من الذاكرة المستخدَمة في حوسبة البيانات غير المشفرة. ورغم ذلك.. يقول خبراء التشفير إن النتائج تشجِّع على إحراز المزيد من التقدم. وحسب قول جيانج، فإن: «التحدي الآن أن هذا الأمر ليس مستحيلًا، مقارنةً بثلاث سنوات مضت، عندما كان الباحثون يعتقدون أن هذه الحوسبة غير مجدية أو عملية».

وهناك جهات من بين تلك القائمة على تخزين البيانات لا تزال متشككة من التشفير. يقول ستيفين شيري ـ رئيس قسم المجموعات المرجعية في المركز الوطني الأمريكي لمعلومات التكنولوجيا الحيوية في بيثيسدا، ميريلاند، الذي يدير قاعدة الأنماط الجينية والأنماط الظاهرية ـ إن التشفير، حتى لو نجح، فإنه لن يحمي بالضرورة البيانات على حاسبات الباحثين، أو يمنحهم مرونة كافية في التحليل. ويفضل شيري ـ بدلًا من ذلك ـ تقييد الوصول لدائرة صغيرة من العلماء والباحثين، ومطالبتهم بتأكيد التزامهم بالقواعد والتشريعات حول كيفية استخدام البيانات. يقول شيري: «لم نهتم بدراسة طرق التشفير، لأنه لم يثبت لدينا أنها ستكون آمنة ومفيدة». ■


ALEX WEBB/MAGNUM PHOTOS

سترتفع استجابة الغابات المدارية لمستويات ثاني أكسيد الكربون المتزايدة ارتفاعًا يصعب التنبؤ به عن طريق النماذج المناخية.

أنظمة بيئية

على خطى النموذج المداري...

مشروع العشرة أعوام الذي تقوده الولايات المتحدة يسعى لسد الفجوات في نماذج محاكاة الاحترار العالمي.

جيف توليفسون

وافقت وزارة الطاقة في الولايات المتحدة على القيام بحملة، تهدف إلى رفع درجة استيعابنا لاستجابة الغابات الاستوائية عند ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وصمم المتخصصون التجارب الرامية إلى تطوير نماذج محاكاة المناخ العالمي، وتحديد ما إذا كان بمقدور الزيادة في نمو الغابات الاستوائية الناتجة عن زيادة ثاني أكسيد الكربون التعويض الجزئي عن تأثيرات الاحتباس الحراري في المستقبل.

تبلغ ميزانية مشروع الجيل التالي لتجارب النظام البيئي في المناطق المدارية تسعة وستين مليون دولار، ويعتمد قوامه على مشروع قائم في المنطقة القطبية الشمالية. وقد زَجّ هذا المشروع الأخير بمتخصصي إعداد النماذج للعمل مع الباحثين في علم البيئة، والأحياء، والمياه، من أجل استيعاب أفضل لمصير التربة الصقيعية في عالم متوهج. وتخطط الوزارة للإعلان عن البرنامج الجديد في خلال أسابيع.

وهذا البرنامج ـ الذي يهتم بمستقبل الغابات المدارية ودورها في معادلة تأثير الاحتباس الحراري ـ سوف يستغرق إنجازه عشرة أعوام، كما سوف يبدأ بتطبيق دراسات استطلاعية في مواقع كائنة في بورتو ريكو، وبنما، والبرازيل، ثم يتوسع المشروع ليصل إلى مناطق أخرى، من بينها أفريقيا، وجنوب شرق آسيا. ومع أن باحثي البيئة درسوا النظم البيئية المدارية باستفاضة، سيكون الهدف من تصميم التجارب الجديدة سد فجوات محددة في النماذج المناخية.

يقول ريتشارد نوربي ـ الباحث في علم البيئة في مختبر أوك ريدج الوطني في ولاية تنيسي، والمشارك في البرنامج ـ إن «الهدف الأساسي من هذا المشروع هو الحصول على بيانات صالحة للاستخدام في هذه النماذج. وأعتقد أن وقت إجراء تجارب مستقلة، ونشر البيانات الناتجة عنها، ثم ترقُّب ما إذا كان هناك ثمة مَن يريد استخدامها قد انتهى. وهذا ما ينبغي أن يكون عليه الأمر».

تشير النماذج المناخية إلى أن الغابات المدارية من الممكن أن تُعادِل آثار الانبعاثات الكربونية الناجمة عن البشر بدرجة كبيرة، أو أن تعجز عن فعل ذلك، وهذا سيعتمد على ما إذا كان بمقدور هذه الغابات أن تنمو بصورة أسرع مع ارتفاع مستويات تركيز ثاني أكسيد الكربون، أم لا. وتشير التجارب التي أجريت في الغابات الشمالية المعتدلة إلى أن هذه الزيادة سوف يكون لها تأثير محفِّز للنمو، لأن النباتات تمتص كميات ثاني أكسيد الكربون الزائدة من خلال عملية البناء الضوئي، ثم تندمج هذه الكميات في الخشب والكتل الحيوية الأخرى. ومع ذلك.. قد تتقيد هذه العملية الحيوية بتوافر المواد الغذائية الأخرى، كالنتروجين.

وفي دراسة استطلاعية، من المقرر إجراؤها في بورتو ريكو، سيستطيع باحثو البيئة الحالة الجيوكيميائية للطبقات تحت الأرضية، وخصوبة التربة، فضلًا عن التصوير الجوي الهادف إلى كشف الكيفية التي تؤثر بها هذه العمليات على كيمياء الأوراق. وسيركز موقع الدراسة في البرازيل على تغير درجة رطوبة التربة اليومية والموسمية، من أجل استيعاب أفضل لتفاعل الغابات الاستوائية مع موجات الجفاف. أما الدراسة الاستطلاعية الثالثة، المقرر عقدها في بنما، فسوف تركز على خصائص النبات، وكيفية تمثيلها في النماذج البيئية.

ستقتفي هذه الحملة المدارية في انطلاقها خطى انطلاق مشروع مماثل في عام 2012 في القطب الشمالي، صممه المختصون؛ لتحديد مدى ذوبان التربة الصقيعية بفعل الاحتباس الحراري، الذي سيُطْلِق كميات كربون ضخمة مدفونة منذ آلاف الأعوام. وتنطوي غالبية نماذج المناخ على تمثيل غير دقيق لمنطقة التندرا، واستعراض التربة الصقيعية على أنها طبقة واحدة متماثلة، تستجيب بطريقة متجانسة لزيادة درجة الحرارة. وفي واقع الأمر، تتكون التربة الجليدية من مجموعة متباينة من الأوتاد والأخاديد الجليدية التي تقسِّم طبيعتها إلى عدد لا حصر له من المُضَلَّعات. ومع ذوبان الجليد، تتوسع الأخاديد، ويزيد عرضها، وتكثر أعدادها؛ مما يسرع من وتيرة ذوبان المزيد من الثلج، تفكك المادة العضوية.

يقول بيتر ثورنتون ـ من المتخصصين في إعداد نماذج المناخ في مختبر أوك ريدج، ويرأس الوحدة التي تعمل على إعداد نماذج مشروع القطب الشمالي ـ إن « مشهد الطبيعة الجليدية لو اتسم بالبساطة، واستجاب استجابة خطية، لكان من الممكن أن تفلح هذه التمثيلات البسيطة في النماذج... لكن توزيع الأوتاد الجليدية يتبع نمطًا منتظمًا، يحتم حدوث ديناميات في هذه المقاييس الدقيقة التي لا تتبع أي نمط خطي بالمرة».

منذ بداية العمل على مشروع القطب الشمالي، بدأ الباحثون في حفر ثقوب في الأوتاد والأخاديد الجليدية في موقع بالقرب من بارو في ألاسكا، كي يكوِّنوا فكرة عن كيفية اختراق المياه والحرارة لطبقات التربة الصقيعية. ويهدف هذا المشروع الى فهم السرعة التي سوف تقوم بها الميكروبات الموجودة في التربة الصقيعية الذائبة بتفكيك المخزونات الضخمة للمواد العضوية الموجودة في التربة منذ آلاف الأعوام. وتُطلِق هذه العملية غاز الميثان، وهو من الغازات الدفيئة القوية. وفي الوقت الحالي، يحلل المتخصصون عينات جليدية أسطوانية، وتعرضها للتجارب الحرارية في مختبر لورنس بيركلي الوطني في مدينة بيركلي بولاية كاليفورنيا، من أجل كشف النقاب عن الطرق المختلفة لاستجابة الميكروبات.

وفي التجارب الميدانية الأخرى، أجرى إليستير روجرز، الباحث في علم الأحياء في مختبر بروكهيفن الوطني في نيويورك، تحليلًا لمعدلات عمليات التمثيل الضوئي في مجموعة متنوعة من نباتات القطب الشمالي. ووجد روجر أن مجموعة النماذج المناخية التي تضم بالفعل أنواعًا محددة من الغطاء النباتي تحطّ من قدرة عمليات البناء الضوئي في القطب الشمالي بمعامل يتراوح مقداره ما بين ثلاث الى خمس درجات.

> **«الهدف الأساسي من هذا المشروع هو الحصول على بيانات صالحة للاستخدام في هذه النماذج».**

يقول تيد شور ـ الباحث في علم البيئة في جامعة فلوريدا في جينزفيل، الذي يشغل وظيفة مراجع في برنامج جيل التجارب المستقبلي في المناطق المدارية بالقطب الشمالي ـ إن الشُّقة بَعُدَت تدريجيًّا بين العلماء الميدانين ومتخصصي إعداد النماذج مع زيادة درجة تعقيد المجالات العلمية، إلا أن هذا المنهج الجديد يبدو وكأنه يعكس هذه النزعة. ومع أن هذا المشروع ما زال في بداياته، يذكر «أن الطريقة التي نظموا بها سير عملهم تشير في الواقع إلى سير المشروع في اتجاه النجاح».

أما التحدي الذي يواجه متخصصي إعداد النماذج،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فيتلخص في كيفية محاكاة العمليات البيئية التي تحدث على مستوى الميكروبات والنباتات داخل النماذج العالمية التي تتكون من شبكات مربعة، طول جانبها الواحد يصل إلى مئة كيلومتر. ويعمل فريق ثورنتون على نماذج جديدة تحاول سد الفجوة ما بين هذه المقاسات واسعة الاختلاف في القطب الشمالي. وسوف تُدمج هذه النماذج الجديدة في نموذج مناخي جديد قيد التطوير على أيدي وزارة الطاقة الأمريكية.

وسوف يستعين العلماء بمنهج مشابه في المناطق المدارية. وقد بدأ هؤلاء العلماء بالفعل في تقييم النماذج المناخية، من أجل التعرف على نقاط الضعف، والفجوات الموجودة في كيفية تجسيدها للأنظمة البيئية المدارية.

وإضافة إلى تطوير النماذج المناخية، سوف تحرز هذه الجهود إضافات الى العلوم الأساسية، حسبما يقول جيف تشامبرز ـ الباحث في علم البيئة المدارية في مختبر لورنس بيركلي، ومدير مشروع جيل المستقبل ـ حيث يؤمن أن «هذا المشروع فرصة رائعة، وأن مساحة كبيرة مفتوحة أمام عملية الاستكشاف العلمي في أثناء العمل على هذا المشروع». ■



CHINAFOTOPRESS/GETTY

عاملا صحة يأخذان عيّنة من حمامة في سوق بمدينة تشانجشا الصينية.

علم الفيروسات

رصْد جينومي لتطور فيروس إنفلونزا الطيور

عمليات مراقبة فيروس إنفلونزا الطيور بطيئة ومتفاوتة.

ديكلان باتلر

لا أحد يعلم ـ على وجه التحديد ـ مدى قدرة فيروس إنفلونزا الطيور (H7N9) على الانتشار كوباء بين البشر. وقد أصاب هذا الفيروس ما يزيد على خمسمائة وستين شخصًا في الصين، وقضى على مئتين وأربعة أشخاص منذ اكتشافه في مارس عام 2013. واليوم، أصبحت بين أيدينا صورة أكثر تفصيلًا عن تطور الفيروس وانتشاره، بفضل أكبر دراسة جينومية أُجريت على الدواجن.

مثل هذه المعلومات يمكن أن تساعد في تنظيم جهود مكافحة الفيروس ورصد تطوره؛ ولكن تحليل التسلسلات الجينومية التي أودعت في مستودع بنك الجينات خلال الخمس عشرة سنة الماضية، يشير إلى أن المراقبة الجينية لفيروسات إنفلونزا الطيور كانت متفاوتة وبطيئة.

وحتى وقتنا هذا، لا ينتشر فيروس إنفلونزا الطيور H7N9 بسهولة بين البشر، لكن كما هو الحال مع عديد من فيروسات إنفلونزا الطيور، هناك مخاوف من إمكانية تطوُّر الفيروس ليصبح قادرًا على الانتشار بين البشر.

وفي ورقة بحثية نُشرت على موقع دورية *Nature* في الأسبوع الثاني من مارس الماضي (.T. T.-Y. Lam *et al* *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature14348; 2015)، وصف فريق بحثي دولي كيفية تعقُّبهم للفيروس من أكتوبر 2013 حتى يوليو 2014، حيث أخذوا عينات مسحيّة من دواجن أسواق الطيور الحية في خمس عشرة مدينة من خمس مقاطعات في شرق الصين. وعثر الفريق على الفيروس في أسواق سبع مدن، وفي 3% من العينات في المتوسط. ثم تتبَّع الفريق تسلسلات الجينوم لعدد 438 عينة فيروسية؛ فوجدوا أنه مع انتشار الفيروس نحو الجنوب، تفرَّع تطوره لثلاث سلالات رئيسة، فضلًا عن عدد من التفرعات الثانوية.

وقد كان هذا التنوع متوقَّعًا، ويمكن لتعقُّبه أن يساعد في التعرف على المسارات التجارية والأسواق الرئيسة التي تؤجج انتشار الفيروس. يقول يي جوان، المشارك في كتابة الورقة البحثية، وباحث علم الفيروسات في المختبر الحكومي المركزي للأمراض المعدية الناشئة في مدينة شنزن الصينية: «ظل انتقال الفيروس بين الدجاج غامضًا، حتى ظهرت ورقتنا البحثية؛ لتبين أن الفيروس تشعَّب إلى سلالات إقليمية... ويبقى شرق الصين مستودعًا لهذا الفيروس، ومركزًا لنشره».

مع توافر هذه المعلومات، جمع الباحثون عددًا قليلًا نسبيًّا من تسلسلات فيروس H7N9، كما دخّلت قاعدة بنك الجينات ثمانية تسلسلات جينومية فقط من ثماني مواد فيروسية معزولة فقط للطيور في عام 2014. وهذا العدد ـ حسبما يرى ماريوس جلبيرت، الباحث في وبائيات إنفلونزا الطيور وعلم البيئة في جامعة بروكسل الحرة الناطقة بالفرنسية ـ لا يكفي لرسم الخريطة الجغرافية للفيروس مع مرور الوقت. وهكذا، لا يمكننا وصف الورقة البحثية المذكورة أعلاه بأنها تحتوي على آخِر التطورات بشأن الفيروس، فهناك موجة انتشار جديدة للفيروس قادمة في فصل الشتاء، وغالبًا ما ستكون لها أنماط توزيع مختلفة.

في عام 2012، نقل فريق دورية *Nature* أخبارًا، مفاداها أن المراقبة الجينية لفيروسات إنفلونزا الطيور متفاوتة عالميًّا؛ إذ يجري تتبُّع تسلسل معظم الجينومات بعد أشهر أو سنوات من جمعها (انظر: *Nature* **483**, 520-522; 2012). وتشير معطيات بنك الجينات الحالية إلى أن هذا الوضع لم يتغير بعد. وتزداد تسلسلات الجينوم التي تُودَع في بنك الجينات، لكن الكثير منها ما هو إلا عيِّنات جرى جمعها منذ وقت طويل.

يوافق جوان على أن الرصد المنضبط أمر مهم، لكن مراقبة الفيروسات وتتبع تسلسلاتها الجينومية عملية مكلفة، وتستغرق الكثير من الوقت. وعلى مستوى فيروس H7N9، يتطلب الأمر توفير مختبر ذي درجة أمان بيولوجي من المستوى الثالث. لذا.. يعتقد جوان أنه لا يوجد قصور صارخ في عدد التسلسلات الجينومية الراهنة للفيروس.

أحيانًا تفرض السلطات وباحثو هذا المجال قيودًا، إضافة إلى التخلف الزمني، حول نشر البيانات التي توصلوا إليها. وعند نشرها فقط، أو إذا بدأ التخطيط لنشرها، من الممكن أن تصير بيانات بالية، لا يكترث بها أحد. وقد أرسل مؤلفو الدراسة الأخيرة تسلسلات جينومية إلى بنك الجينات، كما أرسلوا هذه البيانات بالفعل إلى منظمة الصحة العالمية، وجِهَات أخرى.

ينوِّه جوان وشركاؤه الباحثون بأن فيروس H7N9 «يُعتبر مرشحًا بشكل كبير للظهور كسلالة فيروسية وبائية»، لكن يبقى التنبؤ بقدرته الوبائية عِلْمًا ناشئًا. وفي العام الماضي، ناقشت مجموعة دولية بارزة من الباحثين أن هناك دليل ضعيف على أن فيروسات الإنفلونزا التي تسبِّب عدوى بشرية تمثل تهديدًا وبائيًّا أكبر من تهديد الفيروسات التي لم تُصِب الإنسان حتى الآن (C. A. Russell *et al*. *eLife* **3**, e03883; 2014). أمّا جوان، فيرى أنه من الضروري مع وجود هذا العدد الضخم من فيروسات الإنفلونزا، ترتيب أهداف تطوير مراقبة المرض ولقاحه وفقًا للأوّلويات، حيث ينبغي أن نضع فيروس H7N9 ضمن الفيروسات التي تحتل مقدمة هذه القائمة. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مصادم الهـدرونات الكبيـر 2.0

نظرة جديدة للكون



مصادم الهدرونات الكبير هو أنبوب بطول 27 كيلومترًا، يقوم بتدوير حزم من البروتونات بسرعة تقترب من سرعة الضوء في اتجاهين متعاكسين. وتصطدم حزم البروتونات عند أربع نقاط، منتجةً وابلًا من الجسيمات التي يحللها أربعة كواشف: لولب ميون المدمج، وأطلس، وأليس، ومصادم الهدرونات الكبير بيوتي.

يستعد أقوى مصادِم جسيمات في العالم للعودة مرة أخرى إلى العمل، بعد توقُّف دام لمدة عامين. ففي نهاية مارس الماضي، بدأ مصادم الهدرونات الكبير (LHC) في سيرن ـ المعروف بمختبر أوروبا لفيزياء الجسيمات، الواقع بالقرب من مدينة جنيف السويسرية ـ في سحق الجسيمات من جديد بمعدل أسرع وطاقات أعلى، مقارنةً بأي وقت مضى. وترى تارا شيرز، الباحثة في فيزياء الجسيمات في جامعة ليفربول بالمملكة المتحدة، «أننا نقف على أعتاب نظرة جديدة تمامًا للكون».

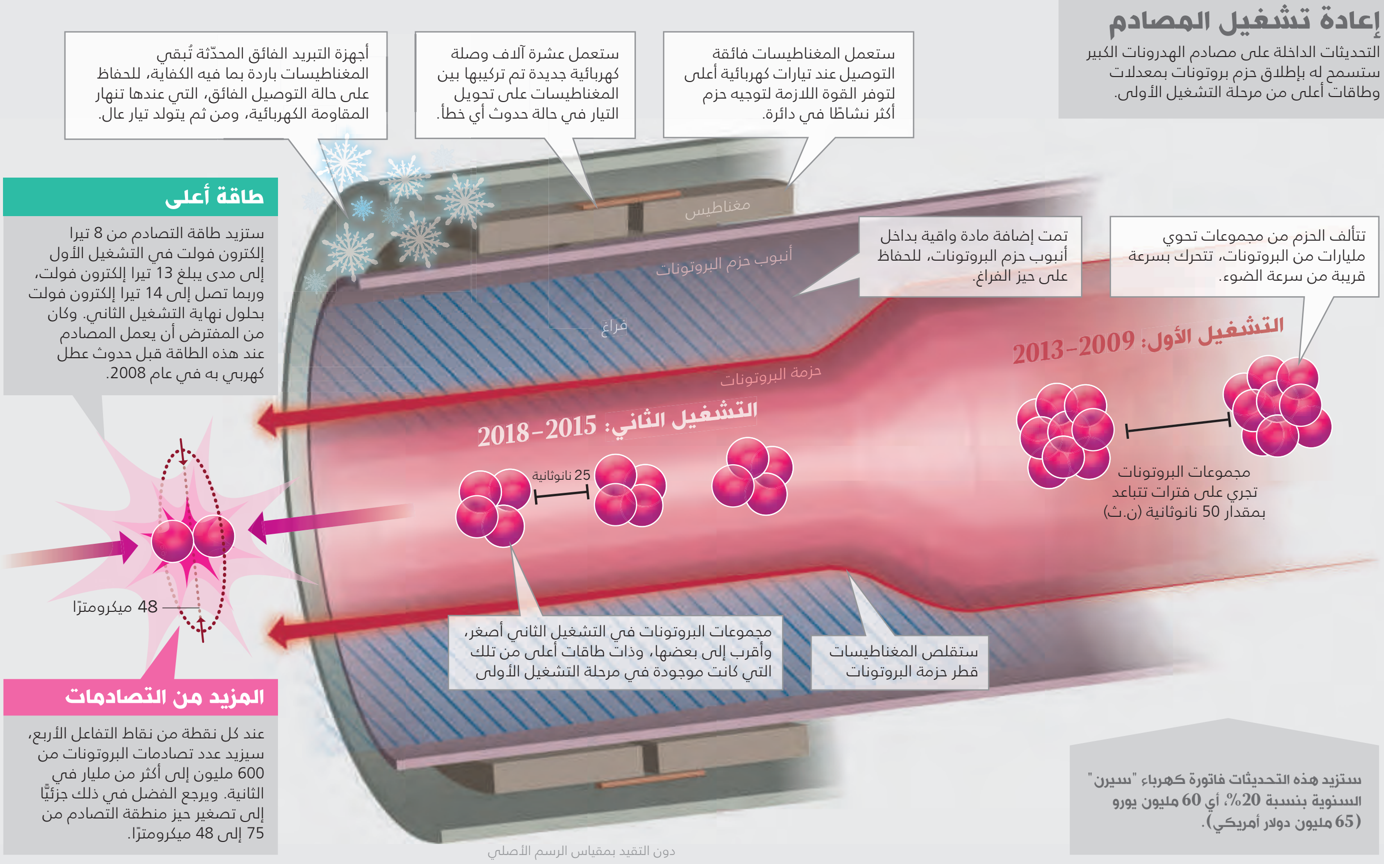
بدأ أول تشغيل فعلي للمصادم في نوفمبر 2009، وتوقَّف في فبراير 2013. واستُخدمت البروتونات في التجارب بشكل أساسي، بالإضافة إلى جسيمات أخرى أثقل، مثل أيونات الرصاص، لتتصادم عند طاقات عالية؛ من أجل اكتشاف بوزون هيجز في عام 2012، مما جمع شمل هؤلاء الذين تنبأوا بهذا الجسم دون الذَّرِّي في الفوز بجائزة «نوبل».

في دورة تشغيله المقبلة، المقرر لها السنوات الثلاث القادمة، سوف ترتفع طاقات التصادم؛ لتصل في النهاية إلى 14 تيرا إلكترون فولت (انظر: «إعادة تشغيل المصادم»). وأحد الآمال هو أنْ تُمَكِّننا هذه الطاقات العالية من الحصول على دليل لإثبات نظرية التناظر الفائق، تلك النظرية المترابطة، التي قد توسِّع النموذج المعياري لفيزياء الجسيمات (انظر: «بحث مستميت عن دليل للتناظر الفائق»). ومن الممكن أيضًا اكتشاف جسيمات المادة المظلمة، تلك المادة غير المرئية التي يُعتقد أنها تشكل 85% من مادة الكون (انظر: «فك شفرة الاضمحلال»). وسوف تمكِّننا تصادمات أخرى من دراسة طبيعة بوزون هيجز (انظر: ‹مصنع الهيجز») بشكل أدق، وسوف توفر المزيد من الوضوح بشأن الشذوذ الذي ظهر في التشغيل الأول (انظر: «كشف المجهول»).تقول شيرز: «في التشغيل الأول، كان لدينا توجُّه نظري قوي جدًّا للبحث عن بوزون هيجز... ولكن هذه المرة لا توجد لدينا أي معالم واضحة».

إليزابيث جيبني، رسوم إيضاحية: نِك سبنسر

إعادة تشغيل المصادم

التحديثات الداخلة على مصادم الهدرونات الكبير ستسمح له بإطلاق حزم بروتونات بمعدلات وطاقات أعلى من مرحلة التشغيل الأولى.



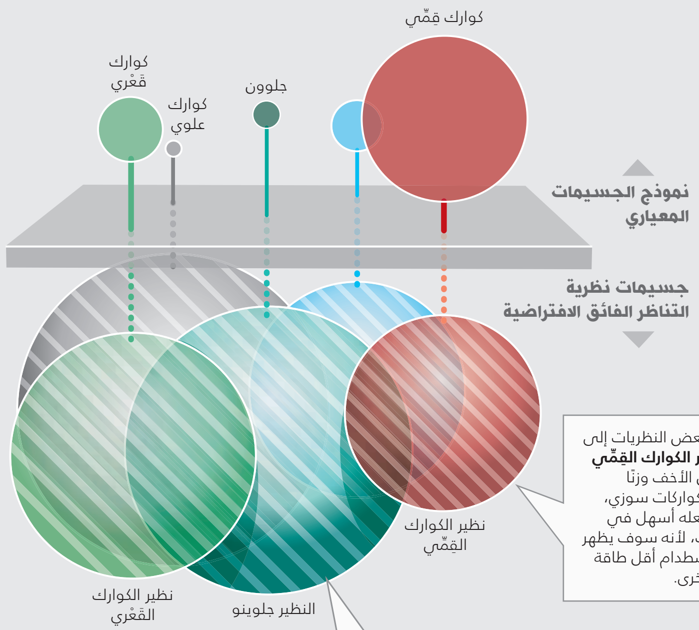
ستزيد هذه التحديثات فاتورة كهرباء "سيرن" السنوية بنسبة 20%، أي 60 مليون يورو (65 مليون دولار أمريكي).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

طاقة أعلى

بحث مستميت عن دليل للتناظر الفائق

يعني الوصول إلى مستويات طاقة أعلى أن مصادم الهدرونات الكبير يمكنه أن يُنتج جسيمات أثقل (بسبب معادلة $E=mc^2$)، وربما تنبأت نظرية التناظر الفائق ببعض تلك الجسيمات. وامتدادًا للنموذج المعياري لفيزياء الجسيمات، تتنبأ النظرية بـ"نظير فائق" عملاق لكل جسيم معروف، وسوف تقدم أيضًا تفسيرات لأسرار معينة، مثل طبيعة المادة المظلمة.

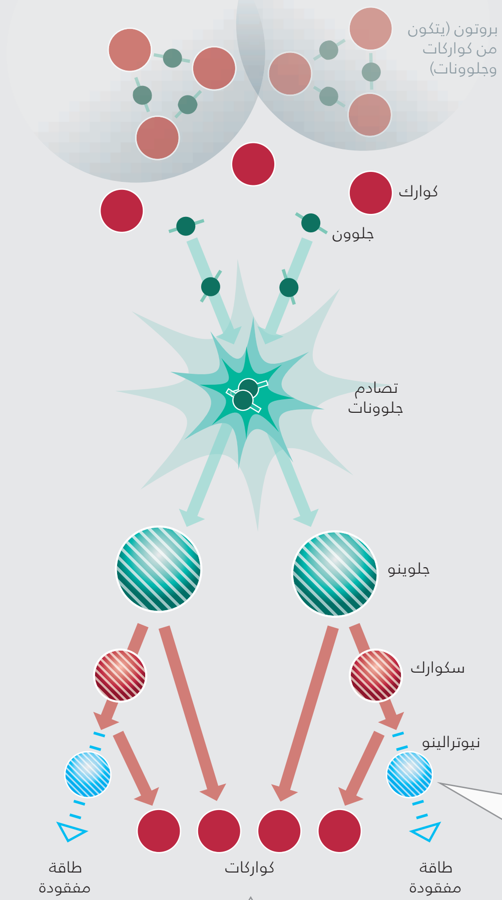


تشير بعض النظريات إلى أن **نظير الكوارك القمّي** سيكون الأخف وزنًا بين سكواركات سوزي، مما يجعله أسهل في الكشف، لأنه سوف يظهر في اصطدام أقل طاقة من الأخرى.

جلوينو هو نظير فائق للجلوون، يحمل القوة الشديدة التي تربط الكواركات بالبروتونات. لذلك.. ينبغي أن يكون ظهور كل من سكوارك وجلوينو على حد سواء في تصادم البروتون مع البروتون أكثر من تصادم جسيمات التناظر الفائق الأخرى.

فك شفرة الاضمحلال

إذا نجح مصادم الهدرونات الكبير في إنتاج جسيمات التناظر الفائق، فإن عمرها سينقضي سريعًا، لكن علماء الفيزياء يمكن أن يستنتجوا وجودها من نواتج إضمحلالها الأكثر استقرارًا. وفي حالة واحدة على الأقل، قد تقدم مفاتيح إثبات نظرية التناظر الفائق دليلًا على المادة المظلمة.



ليس **للنيوترالينو** تقريبًا أي تفاعل مع المادة العادية، مما يعني أنه يمكن أن يتسلل عبر كواشف مصادم الهدرونات الكبير، مما يجعله من المكونات المرشحة للمادة المظلمة.

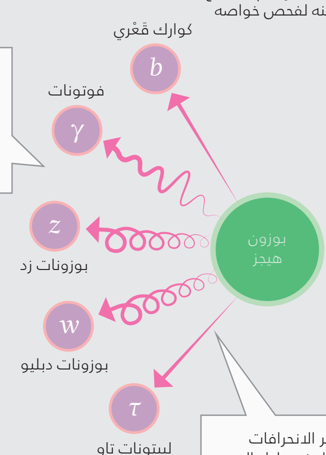
سيبحث الفيزيائيون عن هذه الكواركات، وعما إذا كانت طاقتها الإجمالية وزخمها يضافا إلى الجوولونين، أم لا.. ومعرفة القيمة الصحيحة من "الطاقة المفقودة" ستشير إلى وجود نيوترالينوات، من خلال عملية استنتاجية، وإلى جسيمات التناظر الفائق الأخرى في سلسلة الاضمحلال.

المزيد من التصادمات

مصنع الهيجز

اكتشفت تجارب مصادم الهدرونات الكبير بوزون هيجز، لكنها لم تستطع إنتاج ما يكفي منه لفحص خواصه فحصًا دقيقًا.

تم الكشف عن الهيجز من خلال الجسيمات التي يضمحل إليها، لكل واحد منها كان من المتوقع ظهوره عند تردد معين.

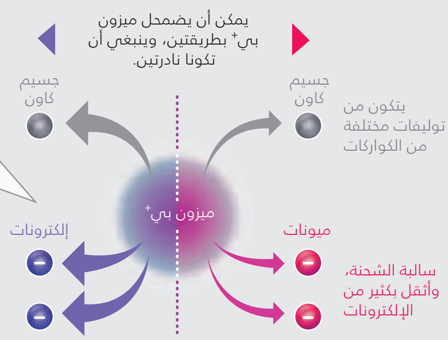


يمكن أن تشير الانحرافات في ترددات الاضمحلال إلى سلوك قد لا يتناسب مع نموذج الفيزياء المعياري. وقد تثبت وجود أكثر من نوع واحد من بوزون هيجز.

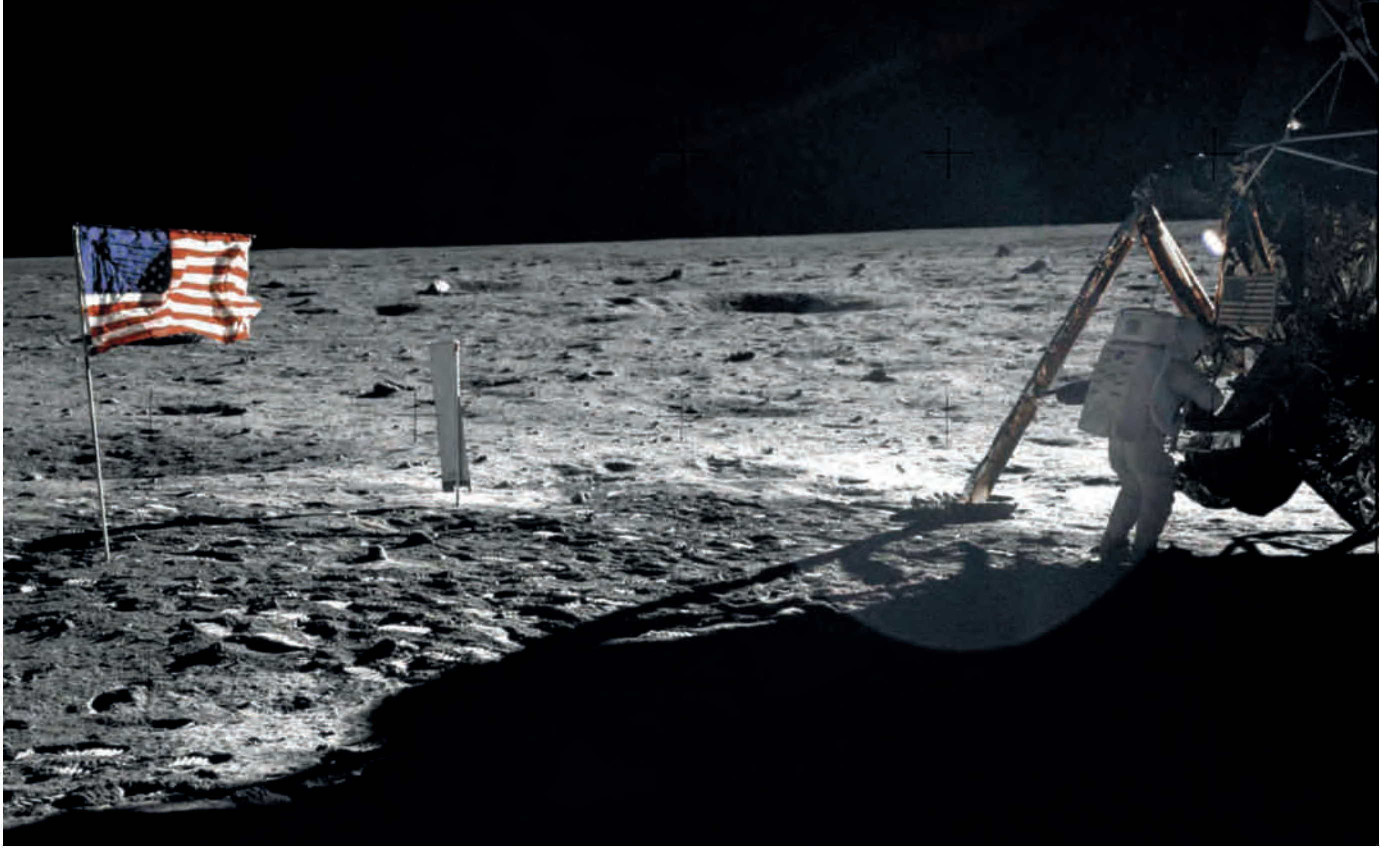
كشف المجهول

سيساعد المزيد من التصادمات على حل بعض الألغاز الحالية، التي من ضمنها طريقة الاضمحلال الشاذة لجسيم مؤقت يسمى ميزون بي$^+$.

في التشغيل الأول، أوضح مصادم الهادرونات الكبير بيوتي أن مسار اضمحلال الإلكترون يحدث بنسبة 25% في كثير من الأحيان، ويمكن أن يشير إلى تأثير جسيمات ما وراء النموذج العياري، ولكننا في حاجة إلى المزيد من الأمثلة في التشغيل الثاني، للتأكد من أن هذه ليست مجرد صدفة إحصائية.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



وضعت أول مجموعة من رواد الفضاء أقدامها على سطح القمر في عام 1969، لكن لايزال لدى الباحثين الكثير الذي لم يعرفوه بعد عن سطح القمر.

علم الفضاء

خمسة مواقع في المجموعة الشمسية تجب على «ناسا» زيارتها

يحلم علماء الكواكب الأمريكيون برحلات استكشافية في الفضاء، بدءًا من كوكب الزهرة، حتى مدارات الكويكبات.

ألكسندرا فيتزه

حان وقت عرض وكالة «ناسا» لبرنامجها عن الكواكب. ففي خريف هذا العام، ستغربل الوكالة ثمانية وعشرين مقترحًا لاحتمال استكشاف ثلاثة أو خمسة مواقع من المجموعة الشمسية. وفي النهاية، سيكون هناك فائز واحد فقط محظوظ، ليحظى بأحدث بعثة استكشافية لـ«ناسا» البالغة تكلفتها 450 مليون دولار أمريكي، ولتنطلق في وقتٍ ما في أوائل عام 2020.

في هذا الطرح، تلقي دورية *Nature* نظرةً على بعض الموضوعات الكبرى التي ظهرت بين المقترحات، وتسلمتها «ناسا» في فبراير الماضي. وستكون أي من هذه البعثات من المحاولات الأرخص تكلفةً لاستكشاف المجموعة الشمسية.

1. كوكب الزهرة

يُعتبر هذا الكوكب من أكثر جيران الأرض إهمالًا، حيث لم تزره بعثة استكشاف الكواكب الأمريكية منذ أن أنهت رحلة المسبار «ماجلان» عملها بعد الهبوط المحكم على سطح كوكب الزهرة في عام 1994. وقد زارت هذا الكوكب بعثة وكالة الفضاء الأوروبية «فينوس إكسبريس» Venus Express في الفترة من 2006 حتى 2014، كما سيقوم المسبار الياباني «أكاتسوكي» Akatsuki بمحاولته الثانية لدخول مدار كوكب الزهرة في ديسمبر المقبل.

اقترح المهتمون بكوكب الزهرة كل أنواع البعثات لاستكشاف ثاني الكواكب بُعدًا عن الشمس. وكثير من هذه البعثات سيستخدم أجهزة رادار مدارية؛ لاختراق سُحُب الكوكب الكثيفة من مداره، ولمشاهدة الطبيعة السفلية الحارة والنشطة بركانيًّا. فعلى سبيل المثال.. نجد أن بتحليق بعثة «فيريتاس» VERITAS مرات عديدة فوق الموقع نفسه ـ وهي بعثة من شأنها أن تنتج خريطةً عالية الدقة لسطح الكوكب ـ ستتمكن «فيريتاس» من أن تكشف ما إذا كان سطح الزهرة تتحرك طبقاته، مثلما يحدث في المناطق النشطة بركانيًّا وزلزاليًّا على سطح الأرض، أم لا.

2. القمر

من المنظور الفلكي، القمر هو الجار الأقرب لكوكبنا، وقد خطا على سطحه اثنا عشر فلكيًّا. والسؤال الآن: ما الذي لم نكتشفه فيه بعد؟ يبدو أن الإجابة ستكون: «الكثير».

يوجد مقترحان استكشافيان يعتمدان على تكنولوجيا التقنيات العالية في تناول مسائل محددة في العلوم القمرية، أحدهما يدعى: مقترح استكشاف عمر القمر والغطاء الخارجي للصخور «مير» MARE، الذي يهدف إلى إقامة جسر بين ما استكشفه رواد فضاء أبولو من سطحه والدراسات المختبرية التي أجراها علماء الأرض منذ ذلك الحين. هذا المقترح هو بمثابة آلة تأريخ للصخور، ستهبط على الحمم البركانية الصغيرة المتدفقة على الجانب القريب من القمر. وباستخدام التحلل الإشعاعي للمعادن؛ لقياس عمر الحمم البركانية، ستساعد هذه المركبة الفضائية الباحثين على البدء في استجلاء التسلسل الزمني المعقد لسطح القمر.

وإذا لم تكفِ مركبة فضائية واحدة، فما قولكم في ست وثلاثين؟ ستحلِّق المركبة الأم «نانوسوارم» NanoSWARM إلى القمر، وسوف تطلق مجموعة من الأقمار الصناعية الصغيرة «كيوبسات» CubeSats. وسوف يستكشف بعضها الدوامات المغناطيسية الغامضة على سطح القمر، وكيفية تفاعلها مع الرياح الشمسية. أما البعض الآخر، فسيغوص كقنبلة في قلوب الشذوذ المغناطيسية القمرية. وفي خلال ثوانٍ قبل أن يتحطم، ستكون المسابير قادرةً على قياس هذه الحقول المغناطيسية بشكل أفضل بكثير من ذي قبل.

3. أقمار المريخ

منذ عام 2001، أرسلت «ناسا» سبع مركبات فضائية إلى المريخ، لكن ليس إلى قمريه «فوبوس، وديموس». ويوجد ما لا يقل عن ثلاثة مقترحات لبعثات استكشاف أقمار الكوكب الأحمر.

وهناك سؤال آخر: لماذا كل هذا الاهتمام؟ والجواب هو: «لا أحد يعرف تمامًا من أين جاء هذان القمران. قد يكونا من بقايا تكون المريخ قبل 4.5 مليون سنة، أو بقايا تصادم وقع بين الكوكب الأحمر، ونيزك ضخم في الآونة الأخيرة، أو بقايا عشوائية لكويكب، أو مواد أخرى اجتمعت بفعل جاذبية المريخ».

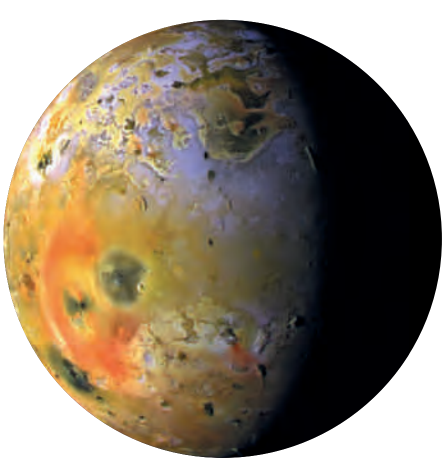
وسوف تستكشف البعثات الثلاث قمري فوبوس، وديموس؛ لتبحث عن أصلهما ومنشأهما، إذ ستشاهَد مركبة فضائية تدور حول المريخ، وتُجْري عدة تحليقات جوية بالقرب من القمرين؛ والأخرى ستدور حول كل منهما، واحدًا بعد الآخر؛ أما الثالثة، فستهبط على فوبوس؛ لفحصه من مدى قريب.

4. الكويكبات

مع تركيز معظم المقترحات الاستكشافية على استكشاف الكويكبات والأجسام الصغيرة الأخرى، يركِّز البعض على كويكبات محددة، حيث ستزور واحدة من الرحلات صخرة معدنية تُدعى «سايكي» Psyche، ربما تشبه نواة الأرض. أما بعثة مستكشف الكويكب الثنائي «باسيكس» BASiX، فمن شأنها أن تقوم بإحداث تفجيرات صغيرة على سطح الكويكب الثنائي، لمعرفة أثر الانفجارات على حركات الجاذبية.

هناك أفكار أخرى تندرج كثيرًا في خانة الجولات الكبرى. فإحدى البعثات ستقوم بزيارة تسع صخور فضائية صغيرة، بعضها يقع في حزام الكويكبات بين كوكبي المريخ والمشتري، وبعضها يندفع مقتربًا بشكل خطير من الأرض؛ لمعرفة ما الذي يجعلها مختلفةً عن الكويكبات الكبيرة، مثل «فيستا»، و«سيريس»، اللذين تدور حولهما الآن مركبة «ناسا» الفضائية المسماة «دون».

وثمة بعثة استكشافية مقترحة، اسمها «لوسي»، تيمنًا بالهيكل العظمي الشهير، ستجول حول كويكبات المشتري الطروادِيّة، التي تدور على امتداد مسار الكوكب، سواء كانت الوضعية أمام كوكب المشتري، أم خلفه. ومن دراسة الكويكبات «الطروادية»، يمكن اكتشاف المواد الأحفورية التي تجمَّعت معًا في بواكير النظام الشمسي؛ لتشكيل الكواكب وغيرها من الأجرام.



NASA/JPL/UNIV. ARIZONA

يستضيف قمر «آيو» أكثر براكين المجموعة الشمسية نشاطًا.

5. براكين الكواكب

لا تثور البراكين الأنشط في المجموعة الشمسية في آيسلندا أو هاواي، بل على «قمر آيو»، الذي تسخّن قشرته بفعل قوة شد جاذبية المشتري القوية.

لتجنب أكبر قدرٍ مستطاع من إشعاع المشتري الخطير، ستحلق بعثة رصد بركان آيو (IVO) في مدارات عملاقة، وستمر بالقرب من كوكب المشتري و«آيو» مرةً واحدة فقط في كل دورة. وستحلق فيما وراء آيو تسع مرات، بحيث تصور البراكين في النهار، وفي الظلام. وفي ليلة رأس السنة الجديدة من عام 2028، سوف تحلِّق البعثة عبرة أعمدة يقذفها بركان «بيليه».

وكي تطلق رحلاتها لمسافة بعيدة جدًّا عن الشمس، ستطرح بعثة رصد بركان «آيو» مجموعة من الألواح الشمسية العملاقة؛ لامتصاص أكبر قدر ممكن من أشعة الشمس، إنْ أمكن. ■

طب حيوي

الإنزيم المُصغَّر يجعل التحرير الجيني أقرب إلى التطبيق الإكلينيكي

اكتشاف يعزِّز من قدرة تقنية «كريسبر» المحتملة في معالجة الأمراض الوراثية عند الإنسان.

هايدي ليدفورد

عزَّز تغيير طفيف بتقنية لتحرير الحمض النووي من قدرتها على تصحيح الجينات المعيبة في البشر. تستخدم تقنية «كريسبر» CRISPR بالفعل في المختبرات؛ لدمج أو إزالة العيوب الجينومية لدى الأجنة الحيوانية، لكن تكمن معضلة في الآلية التي تعتمد عليها تقنية «كريسبر»، وهي استخدام إنزيم Cas 9 للتحرير الجيني وجزيئات الحمض النووي الريبي التي توجه الإنزيم نحوه هدفه، حيث إن الجسيمات المستخدمة كبيرة الحجم، مما يتعذر نقلها بشكل فعال إلى معظم الخلايا الجسدية.

نشر باحثون في الأسبوع الأول من إبريل الماضي بحثًا يقدم طريقة محتملة لتجاوز عقبة الحجم، وذلك من خلال إنتاج صورة من إنزيم Cas 9، يبلغ حجمه ثلاثة أرباع حجم المستخدم حاليًّا. قد يسمح هذا الاكتشاف، الذي نشرته دورية *Nature* في الأول من إبريل الماضي، بفتح الباب لمعالجات جديدة لعديد من الأمراض الوراثية (F. A. Ran *et al*. *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature14299; 2015).

يقول ديفيد ليوي، الباحث بالبيولوجيا الكيميائية في جامعة هارفارد بكمبريدج، ماساتشوستس، الذي لم يشارك في الدراسة السابقة: «هناك آلاف الأمراض البشرية الناجمة عن تبدلات جينية محددة، وهناك إمكانية لمعالجة عدد كبير من هذه الأمراض الوراثية باستخدام التحرير الجيني».

أثارَ التحرير الجيني جدلًا، بسبب وجود تقارير غير مؤكدة تفيد باستخدامه على الأجنة البشرية. كما أظهر بعض العلماء قلقًا حول إمكانية استخدام هذه التقنية قبل التأكد من سلامتها من قِبَل أطباء الخصوبة؛ لتحرير جينات الأجنة البشرية (انظر أيضًا: E. Lanphier *et al*. *Nature* **519**, 410-411; 2015). يتزايد هذا القلق لدى معرفتنا بأن التغييرات التي تُحْدِثها هذه التقنية متوارثة، وبالتالي ستكون مفروضة على جميع الأجيال المتعاقبة، دون موافقتها على ذلك (انظر: *Nature* **519**, 272; 2015). وفيما يخص التعامل مع الخلايا الجسدية غير المتوارثة بالأطفال والبالغين، يتسابق الباحثون والشركات بالفعل في سبيل إيجاد طرق لتطبيق تقنية «كريسبر» إكلينيكيًّا.

> **«إنها إضافة رائعة لمجموعة الأدوات المتاحة للباحثين في مجال تحرير الجينوم حاليًا».**

لا تثير تقنية «كريسبر» أي مشكلة أخلاقية لدى تطبيقها على الأطفال والبالغين، بينما تتعقد الأمور بالمقارنة باستخدامها في الأجنة. يتكون الجنين من عدد قليل من الخلايا، التي تكون فيما بعد الجسم البشري بأكمله، وإجراء تحرير للجينوم في هذه المرحلة، تحقق مكونات تقنية «كريسبر» في هذا العدد القليل من الخلايا. وعلى النقيض من ذلك.. يتكون جسم الإنسان البالغ من تريليونات من الخلايا التي تتجمع لتكوين الأنسجة المختلفة، وهو ما يتسبب في معاناة الباحثين من أجل استهداف خلايا معينة، بها جينات معيبة تعطل وظائفها الفسيولوجية.

يقول نيسان برمنجهام، الرئيس التنفيذي لشركة «إنتيلا ثيرابيوتيك» Intella Therapeutics بكمبريدج، ماساتشوستس: «قد تمتلك أفضل نُظُم التحرير الجيني في العالم، لكن إنْ لم تستطع تطبيقها على الخلية المستهدفة؛ تصبح عديمة الفائدة». وتهدف الشركة إلى الوصول بالتحرير الجيني إلى مرحلة التطبيق الإكلينيكي. ويضيف قائلًا: «نحن ننفق الكثير من الوقت من أجل بلوغ هذا الهدف».

تَنَاسُب محكم

يستخدم الباحثون في مجال العلاج الجيني فيروسًا يُسمى AAV لنقل الجينات المعالِجة إلى الخلايا البشرية الناضجة. وتكمن المشكلة في أن غالبية المختبرات تستخدم جينًا كبيرًا مرمِّزًا للبروتين Cas 9، لا يتناسب مع حجم جينوم الفيروس AAV، إضافةً إلى التتابعات الضرورية اللازمة لتفعيل دوره.

لذا.. قرر فينج زانج وزملاؤه في معهد برود (المشترك بين معهد ماساتشوستس للعلوم والتقنية وهارفارد بكمبريدج) بولاية ماساتشوستس، استخدام جينومات البكتيريا؛ للتغلب على هذه المشكلة. ويعود السبب في هذا الاختيار إلى أن نظام «كريسبر» مقتبَس من عملية قصّ متتابعات الحمض النووي من الجينوم، التي تقوم بها البكتيريا. وقد حلّل فريق زانج الجينات المُرمزة لأكثر من 600 إنزيم من نوع Cas 9 من مئات الأنواع البكتيرية، للبحث عن نسخة مُصغرة يمكن تحميلها ضمن الفيروس، ونقلها إلى الخلايا الناضجة.

وجد الباحثون أن جين ترميز إنزيم Cas 9 ببكتيريا *Staphylococcus aureus* ـ وهي البكتيريا المتسببة في الإصابات الجلدية والتسمم الغذائي ـ يتميز بكون حمضه النووي أصغر من المستخدم عادة. أعقب ذلك قيامهم بتحميل هذا الجين مع الحمض النووي الريبي ضمن ◄

فيروس AAV؛ من أجل تحوير الجين المنظم لنسبة الكوليسترول في الكبد. وبعد أسبوع من حقن الفئران بالفيروس المحور، وجد الفريق البحثي أن أكثر من 40% من الخلايا الكبدية أصبحت تحتوي على نسخ منه.

يقول ليو في وَصْف تلك التقنية: «إنها إضافة رائعة لمجموعة الأدوات المتاحة للباحثين في مجال تحرير الجينوم حاليًّا»، وإن لم يستخدمها في أبحاثه، حيث عمل على تطوير طرق مختلفة لنقل البروتين Cas 9 الأكبر حجمًا والحمض النووي الريبي المرافق له إلى الخلايا، دون استخدام الفيروسات. كما يتوقع برنمجهام أن تقوم المختبرات بتطوير آليات نقل متعددة تتناسب مع أنواع الأنسجة المختلفة.

وحاليًّا، يتلهف شارل جيرسباك ـ المهندس الطبي البيولوجي من جامعة دوك في دورهام، شمال كارولينا ـ على استخدام إنزيم Cas9 المُصغّر في الفئران؛ لمحاولة تصحيح الطفرات المسبِّبة لداء الضمور العضلي من نمط دوشين، وهو مرض مهلِك يصيب صبيًّا من كل 3,500 صبي في أنحاء العالم. ويصفها جيرسباك بأنها قد تكون الطريقة المثلى لنقل تقنية «كريسبر» إلى مرحلة التطبيق الإكلينيكي، لكنه لا يزال من المبكر جدًّا الجزم بذلك. ويضيف قائلًا: «إنه مجال يتطور بسرعة كبيرة، وهناك طرق كثيرة لم تتم تجربتها حتى الآن». ■

الجينوم

تحرير جينات الأَجِنّة يقسم جمهور الباحثين

هناك خلاف بين العلماء عمّا إذا كان تحوير الجينات الوراثية منافيًا للأخلاق، أم خادمًا للبشرية.

ديفيد سيرانوسكي

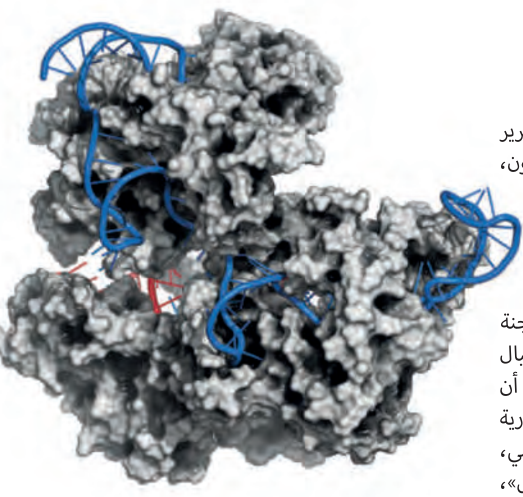
ثمة احتياج إلى تقييد الأبحاث التي تستخدم تقنيات التحرير الجيني على الأجنة البشرية، وهو ما وافق عليه الباحثون، لكنهم انقسموا حول السبب.

ترى مجموعة أنه إذا استطعنا تبديد مخاوف سلامة هذه العملية، فقد تحظى هذه التطبيقات بمستقبل مشرق، وقد تساعد في القضاء على الأمراض المدمرة. وفي المقابل، تقول مجموعة أخرى إن تعديل حمض الأجنة النووي ـ أي إمكانية توارث هذه التعديلات عبر الأجيال المستقبلية ـ خط أخلاقي أحمر، ليس من المفترَض أن يتخطاه أحد. تلك المخاوف ناقشها مقال[1] في عدد دورية *Nature* الصادر في الثاني عشر من شهر مارس الماضي، فضلًا عن مقال آخر، من المتوقّع نشره في دورية «ساينس»، والأقلام يساورها الشك بأن يكون العلماء قد شرعوا بالفعل في تحرير الجينات البشرية.

تستخدم تقنيات التحرير الجيني إنزيمات النيوكليز لقص شريط الحمض النووي في مواضع محددة، ثم حذف أو إعادة كتابة بيانات جينية في تلك المواقع. ومؤخرًا، انصَبَّ الاهتمام على تقنية سهلة الاستخدام، اسمها «كريسبر/ كاس9 (CRISPR/Cas9)»، حيث تُطبق حاليًّا على الخلايا الجسدية. وعلى سبيل المثال.. استخدمت شركة «سانجامو بايوساينسيز» في ريتشموند بكاليفورنيا إنزيمات نيوكليز إصبع الزنك ـ وهي تكنولوجيا قديمة لتحرير الجينات ـ لإزالة الجين الناتج عن خلايا الدم البيضاء، والمسؤول عن ترميز المستقبِل الذي يرتبط به فيروس نقص المناعة لدخول الخلايا.

ومع ذلك.. تدور المخاوف حول استخدام التحرير الجيني لتعديل جينومات البيض المخصب وغير المخصب، وهي العملية المعروفة باسم تعديل الخلايا الجنسية.

اشترك إدوارد لانفيير ـ رئيس شركة سانجامو، ورئيس مجلس تحالف الطب التجديدي الكائن في واشنطن العاصمة ـ في كتابة مقال[1] في قسم «التعليقات» بالتعاون مع زملاء من هاتين المؤسستين في دورية *Nature*، حيث ناشد العلماء ألا يعدلوا الأجنّة البشرية، حتى على المستوى البحثي. وحذر المؤلفون من أن عملية كهذه من الممكن استغلالها في «تعديلات غير علاجية» ـ كتغيير لون عين الطفل، على سبيل المثال؛ كما أن الغضب الشعبي العارم على «الانتهاكات الأخلاقية» يمكن أن يعوق استخدام التحرير الجيني في الخلايا الجسدية.



تقنية «كريسبر/ كاس 9» هي من تقنيات التحرير الجيني الدقيقة.

عبّر المؤلفون كذلك عن اعتراضات أساسية أخرى. يقول لانفيير: «إننا بشر، ولسنا فئران تجارب... ونؤمن بأن هناك حاجزًا أخلاقيًّا في مسألة تحوير الخلايا الجنسية البشرية».

يتفق جورج تشيرش، الباحث في علم الوراثة بكلية طب جامعة هارفارد في بوسطن بولاية ماساتشوستس، على أنه من الضروري وقف ممارسات تحرير الجينات «حتى تتضح جميع أبعاد معايير الأمن والسلامة، ونحصل على إجماع عام حول هذه العملية». واشترك تشيرش مع مجموعة من الباحثين ـ التقوا في نابا الكاليفورنية في شهر يناير الماضي؛ لمناقشة أخلاقيات هذه الممارسات وقدراتها ـ في كتابة مقال في دورية «ساينس»، يكشف عن مخاوفهم كشفًا مفصلًا.

من ضمن هذه المخاوف.. احتمال أن يتسبب إنزيم النيوكليز في طفرات في مواقع مغايرة لتلك المواقع المستهدفة، المتسببة في الأمراض. يقول تشيرش إن التحرير الجيني في الحيوان ربما يكشف عن سبل فهْم هذه التعقيدات وتجنبها. وفي أحد التطبيقات، يعمل فريقه على تحرير الجينات المرتبطة بالجهاز المناعي في أجِنّة الخنازير؛ لإعطائها صفة بشرية، مما قد يؤدي إلى السماح بزراعة أعضاء الخنازير في الإنسان.

وفيما يتعلق بالسلامة والأمان، ستزودنا فحوص الخلايا الجسدية بها. وقد قدَّمت شركة «سانجامو» بالفعل ما يثبت سلامة وأمان عملية تعديل خلايا الدم البيضاء في فحوص إكلينيكية على مرضى فيروس نقص المناعة[2].

لا يرى تشيرش أي مشكلة أساسية في عملية تحرير جينات الخلايا الجنسية، كما يشير إلى أن العلاج بالخلايا الجسدية هو نوع من التعديلات الجينية الاصطناعية. ويقارن تشيرش بين التحرير الجيني في الأجنة وطفل الأنابيب.. تلك الفكرة التي عارضتها جماهير الناس، حتى ثبتت سلامتها وأمانها.

يقول كريج ميلو ـ عالم الوراثة الحائز على جائزة نوبل، من جامعة ماساتشوستس في ووستر ـ إنه «في المستقبل البعيد، من الممكن تخيل كيف سيقي تعديل الخلايا الجنسية البشرية من الإصابة بالسرطان، والسكري، وغيرها من المشاكل المرتبطة بتقدم السن؛ ويشير أيضًا إلى «إمكانية وجود سبب وجيه لإجراء تجارب على الأجنة المستبعدة، أو خلايا الأجنة الجذعية لأهداف بحثية».

ويذكر لانفيير أنه في أغلب الحالات التي يحمل فيها الآباء جينات مسبِّبة للمرض، لا تحمل كل الأجنّة الجين المعيب. ويمكن الاستعانة بالتكنولوجيا الحالية في الفحص الوراثي واختيار الأجنّة الصحية قبل زراعتها في الرحم، مستبعدًا بذلك الحاجة إلى الإصلاح الدائم للخلايا الجنسية، حيث «دائمًا ما تتوافر البدائل». ومع ذلك.. يقول تشيرش إننا في حاجة إلى استبعاد معظم الأجنة، بسبب زيادة أعداد الحالات التي تؤدي فيها عدة جينات إلى الإصابة بمرض ما. ومن ثم، سوف تزيد عملية التحرير الجيني من فرص الحصول على أجنة أصحاء زيادة كبيرة.

أما دانا كارول ـ الباحثة في علم الوراثة بجامعة يوتا في مدينة سولت ليك، التي كانت حاضرة في اجتماع نابا ـ فترى أن جهازًا قوميًّا، مثل الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم، عليه عقد مؤتمر، يضم أطباء مع مَن يهمهم الأمر من الجمهور؛ لتقدير الجوانب السلبية والإيجابية المتعلقة بتحرير الخلايا الجنسية جينيًّا. ومن الحكمة أن يسرعوا في ذلك، حيث إن عددًا من الباحثين ـ لم يرغبوا في الإفصاح عن أسمائهم ـ أبلغوا فريق أخبار دورية *Nature* بأن الوقت الحالي يشهد مراجعة أبحاث في صميم هذا الموضوع؛ لنشرها في الدوريات العلمية.

تستشهد كارول كذلك بأهمية توعية جيل الأطباء الجديد بالتحرير الجيني، لأنه «من المفترض أن يتعلموا الآن ما تستطيع التكنولوجيا فعله، وما هي المخاوف الاجتماعية والإكلينيكية». ■

1. Lanphier, E. *et al. Nature* **519,** 410–411 (2015).
2. Tebas, P. *et al. N. Engl. J. Med.* **370,** 901–910 (2014).



PHOTOGRAPH BY GREG WHITE

توفير الدماء ينقذ الأرواح

يُعتبر نقل الدمّ من أكثر الوسائل العلاجية الذائع استخدامها في الطب الحديث، بتكلفة تصل إلى مليارات الدولارات. ويحاول الباحثون إيجاد طرق للحدّ منه.

إميلي أنثيس

في عام 2009، كان أحد المستشفيات الكبرى في كاليفورنيا يبحث عن طرق لخفض التكاليف. وفي ذلك العام، سلك مستشفى ستانفورد وعياداته الطريق الصحيح لشراء أكياس دماء بقيمة 6.8 مليون دولار أمريكي لأغراض نقل الدمّ، لكنّ عددًا متزايدًا من الأدلة أشار إلى أن الأطباء يمكنهم في معظم الأحيان أن يتخلّوا عن هذا الإجراء.

تَرَتَّب على ذلك، بدءًا من يوليو 2010، أنه كلما استخدم طبيبٌ نظام المستشفى الحاسوبي لطلب الدمّ، دعت الحاجة إلى الاستعانة بأحدث نتائج فحوص المريض المختبرية؛ وإذا أشارت الأرقام إلى تمتع هذا الفرد بالقدرة الصحية على تجاوز الحاجة إلى نقل الدمّ؛ فستظهر رسالة تنبيه على الشاشة، كي تذكِّر الطبيب بلطف بالإرشادات التوجيهية، وكي تطلب أيضًا السبب وراء هذا الطلب.

كانت النتائج، التي نُشرت بالتفصيل في بحثين خلال الثمانية عشر شهرًا الماضية[1,2]، دراماتيكية؛ حيث انخفض عدد عمليات نقل الخلايا الحمراء بنسبة 24% في الفترة من 2009 حتى 2013، مما ساعد على توفير 1.6 مليون دولار تقريبًا من تكاليف الشراء وحدها. ومع تراجع معدّلات نقل الدمّ، انخفضت أيضًا معدّلات الوفيات، ومتوسط مدة الإقامة في المستشفى، وأعداد المرضى الذين هم بحاجة إلى إعادة التوجه إلى المستشفى خلال 30 يومًا من تاريخ نقل الدمّ. وعندما طُلب من الأطباء بكل بساطة أن يفكروا أكثر من مرة في عملية نقل الدم، لم ينجح المستشفى في تقليل النفقات فحسب، بل حسَّن نتائج المرضى أيضًا.

تُعتبر إجراءات نقل الدمّ من العمليات الشائعة، في الدول المتقدمة على أقل تقدير. ففي عام 2011، نقَل الأطباء في الولايات المتحدة 21 مليون وحدة من الدمّ ومشتقاته؛ وفي المملكة المتحدة، وصل الرقم إلى قرابة 3 ملايين وحدة. وعلى الرغم من أن عمليات نقل الدمّ قد تنقذ الحياة، فإنها كثيرًا ما تكون غير ضرورية، وربما تكون ضارّة في بعض الأحيان. وفي هذا.. يقول ستيفن فرانك، طبيب تخدير ومدير برنامج إدارة بنك الدم في جهاز جون هوبكنز الصحي في مدينة بالتيمور بولاية ميريلاند: «أعتقد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أننا تعرضنا لنوع من غسل المخ، لكي نظن أن الدمّ ينقذ الأرواح، وأنه كلما نقلْتَ المزيد؛ كان الأمر أفضل؛ لكن الرؤية تغيرت 180 درجة، وبتنا نرى الآن أنه كلما قل معدل النقل؛ كان هذا أفضل».

ينصح العلماء الآن باتباع نهجًا أكثر تحفظًا عند نقل الدمّ، لكن تغيير عقود من الممارسة الطبية الراسخة ليس بالأمر السهل. وحتى عندما تكون الإرشادات التوجيهية واضحة، تشير الدلائل إلى أن الأطباء غالبًا ما يفشلون في اتّباعها. ومن ثم، «ستكون محاولة فطام الأطباء عن علاقة الحب التي تربطهم بنقل الدمّ أصعب مما نعتقد»، حسبما يرى إيان روبرتس، مدير وحدة التجارب الإكلينيكية في كلية لندن للصحة والطب الاستوائي.

انطلاق مسيرة نقل الدم

بعد فقدان كمية كبيرة من الدمّ ـ بالإضافة إلى حالات الإصابة، التي تتراوح بين اللوكيميا ونقص الفيتامينات ـ قد تُترك أنسجة الجسم محرومة من الأكسجين. ونقل خلايا الدمّ الحمراء التي نجمعها من متبرعين متفقين في فصيلة الدم يهدف إلى عكس هذه الحالة وإمداد الأنسجة بالأكسجين. من الممكن أن يتلقى بعض المرضى مكونات الدمّ الأخرى، مثل الصفائح الدمّوية، التي تساعد على تخثّر الدم، لكن عمليات نقل الخلايا الحمراء هي الأكثر شيوعا إلى حدّ بعيد في وقتنا هذا.

استهل العلماء والأطباء مسيرة عمليات نقل الدم منذ القرن السابع عشر على الأقل، لكن هذا الإجراء لم يصبح روتينيًّا إلا في بدايات العقد الأول من القرن العشرين، بعد أن توصل الباحثون إلى فصائل دم مختلفة، وتعلموا طرق حِفظ الدمّ المُتبرَّع به. أما بنوك الدم، فقد برزت على الساحة بالفعل خلال الحرب العالمية الثانية. ففي بريطانيا، جابت فرق جمع الدمّ جميع أنحاء البلاد، واخِزَةً أذرع المواطنين؛ لمساعدة الجنود في الخطوط الأمامية. وقتذاك، انتشر ملصق إعلاني يحمل عبارات محددة، مثل: «هل ستساعدنا وتتبرع بقليل من دمائك؟ أنت وحدك مَن يقرر إنقاذ جرحانا» ومع نهاية الحرب، لبَّى ما يزيد على 750 ألف شخص النداء، وتبرع البعض سبع أو ثماني مرات.

في العقود التي تلت الحرب، ذاع طلب التبرع بالدمّ في الانتشار، لا سيما في أوقات الحرب، أو الكوارث، وطبَّق كثيرون عمليات نقل الدمّ على نطاق واسع، دون تدقيق علمي صارم. وفي ذلك الوقت، لم تكن التجارب المُضبطة العشوائية إجراءً قياسيًّا، وبدا الأساس المنطقي لنقل الدمّ مقنعًا. يقول روبرتس: «أعتقد أن الناس اعتبروا نقل الدمّ أمرًا مسلَّمًا به، فرأوا أنه مما لاشك فيه أنه إذا فقد الناس الدمّ، فلا بد أنهم سيحتاجون إلى دم يعوضهم عن الكمية المفقودة».

وفي ثمانينات وتسعينات القرن الماضي، أثارت مجموعة من العوامل التركيز على الحد من عمليات نقل الدمّ، إذ أدى اكتشاف التهاب الكبد الفيروسي سي، وفيروس نقص المناعة البشرية ـ اللذين ينتقلان عن طريق الدم ـ إلى إثارة مخاوف مرتبطة بسلامة نقل الدمّ؛ كما أدّت زيادة نشاط الكشف عن الأمراض المعدية إلى زيادة تكلفة جمع الدمّ، كما نتج عن تشديد معايير المسح تَرَاجُع معدلات التبرع بالدمّ. وبدأ بعض الأطباء في التساؤل عمّا إذا كان بوسعهم تدبّر الأمر بالتبرعات الأقل، أم لا.

في عام 1994، أطلق فريق من الباحثين الكنديين دراسة لتقييم كيفية استجابة المرضى إلى نهج التقليل من عمليات نقل الدمّ. عادةً ما يقرِّر الأطباء الاحتياج إلى نقل الدمّ بقياس معدّل هيموجلوبين المريض، المعروف بأنه البروتين الذي يوجد ضمن خلايا الدمّ الحمراء، والذي يحمل الأكسجين. وتحدّد منظمة الصحة العالمية مستوى الهيموجلوبين الصحي بأنه 13 جرامًا لكل ديسيلتر من الدمّ ($g\ dL^{-1}$) أو أكثر عند الرجال، و12 جرامًا لكل ديسيلتر عند النساء. وعلى مدار التاريخ، يلجأ الأطباء إلى نقل الدمّ عند انخفاض هيموجلوبين المريض إلى ما دون 10 جرامات لكل ديسيلتر، وهي الفرضية التي اقترحها بحث[3] نُشر في عام 1942.

تحقَّق الفريق الكندي الذي قاده بول هيبير، باحث علم الأوبئة وأخصائي رعاية الحالات الحرجة من هذا المستوى على نطاق واسع. فقسَّم الباحثون 838 مريضًا من مرضى العناية المركزة عشوائيًّا إلى مجموعتين؛ بحيث يخضع المرضى في إحداهما لنقل الدمّ، إذا انخفضت مستويات الهيموجلوبين لديهم إلى ما دون 10 جرامات لكل ديسيلتر، ويخضع مرضى المجموعة الأخرى لنقل الدمّ إذا انخفضت مستويات الهيموجلوبين لديهم إلى ما دون 7 جرامات لكل ديسيلتر.

> «ستكون محاولة فطام الأطباء عن علاقة الحب التي تربطهم بنقل الدمّ أصعب مما نعتقد».

بعد 30 يومًا، خضع جميع أفراد المجموعة الأولى لنقل الدمّ، بمعدل 5.6 وحدة من خلايا الدمّ الحمراء. وتشير الوحدة إلى كمية الدمّ المتبرَّع به. أما مرضى المجموعة الأكثر انضباطًا، فبلغ متوسط نقل الدم 2.6 وحدة فقط، ولم يتلق ثلث أفراد المجموعة نقل دم على الإطلاق.

ومع ذلك.. بقي احتمال الوفاة في المجموعتين عند مستواه. وعندما حلل الباحثون مجموعتين فرعيتين من المرضى (مجموعة تضم فئات عمرية تقل عن 55 عامًا، وأخرى تضم الذين يعانون من أمراض أقل خطورة)؛ وجدوا أن نهج تقييد عمليات نقل الدم حدّ بالفعل من الوفيات.

يتذكر هيبير ـ الذي يشغل حاليًّا منصبًا في جامعة مونتريال الكندية ـ أنه «عندما شاهدنا النتائج، كان أول سؤال طرحته على الخبير الإحصائي: هل أنت متأكد من أن توزيع المجموعات كان صحيحًا؟ بعد ذلك.. شرعنا في التحقق من كل النتائج التي توصلنا إليها، لأننا لم نصدقها صراحة».

نشر الفريق نتائج دراسته في دورية نيو إنجلاند جورنال أوف مديسين[4] *New England Journal of Medicine* عام 1999. يقول لورانس تيم جودنوه، مدير برنامج طب نقل الدم وخدماته في مركز جامعة ستانفورد الطبي: كانت مجرد تجربة وحيدة، لكنها استحوذت على اهتمام الناس. إن «الجميع رأوه وقالوا إننا نحتاج إلى إعادة التجربة في أوساط إكلينيكية أخرى».

نُشرت[5-10] في الفترة ما بين 2007 حتى 2014، على الأقل ست تجارب عشوائية كبيرة أخرى، تقارن كل منها بين الإرشادات التوجيهية المُقيّدة، وتلك المتساهلة. وانطوت هذه التجارب على مجموعة كبيرة من الحالات، بدءًا من حالات الإصابة بالصدمة الإنتانية، وإصابات دماغية رضيّة، حتى نزيف الجهاز الهضمي، فضلًا عن أطفال في العناية المركزة، وبالغين ممن خضعوا لجراحة القلب وكبار السن الذين خضعوا لجراحة مفصل الورك. وكشفت الدراسات الست أن المرضى تحسّنوا بطريقة جيدة تمامًا، وأحيانًا بطريقة أفضل، عندما استخدم الأطباء مستويات أقل من الهيموجلوبين.

ممارسات طبية خطرة

يحاول الباحثون الآن أن يفهموا لماذا لا يحقق نقل الدمّ الفوائد المرجوة منه دومًا. قد يعود هذا إلى أن مستويات الهيموجلوبين ليست المؤشر الجيد الذي يهتم به الأطباء حقًّا، حيث إنهم يهتمون بحصول الأنسجة بالفعل على كمية أكسجين كافية؛ أو قد يعود ذلك إلى أن كميات الدماء المنقولة إلى الأفراد لا تؤدي وظائفها بصورة صحيحة.

تتميز خلايا الدمّ الحمراء الطازجة بمرونتها وسهولة تدفقها عبر أصغر الشعيرات الدمّوية في الجسم، ولكن بعد بضعة أسابيع في بنك الدمّ، تتيبَّس أغشيتها، وتغير الخلايا شكلها، وتصبح أكثر لزوجة، وترتبط أكثر بالأكسجين. يمكن لهذه التغيرات المعروفة باسم «آفة التخزين» أن تجعل خلايا الدمّ الحمراء أقل فعالية. «وهذا قد يفسر ما الذي يجعل ما يُعرف «بهبة الحياة» عديم الفائدة للمرضى»، حسب قول جودنوه. وأسفرت الأبحاث عن نتائج متضاربة بشأن ما إذا كانت آفة التخزين تسيء بالفعل إلى حالة المرضى، أم لا، ولكن من المتوقع ظهور نتائج تجربة عشوائية كبيرة في وقت لاحق من هذا العام.

ليس لنقل الدمّ نتائج غير مؤكدة فحسب، بل إنه ينطوي على مخاطر أيضًا، حيث إنه بإمكانه نقل الأمراض المعدية، وإعاقة وظائف القلب، وإلحاق الضرر بالرئتين؛ كما يمكنه أن يعيث فسادًا في الجهاز المناعي. يقول فرانك إن «نقل الدمّ مثله مثل عملية زراعة الأعضاء، حيث يحل نسيج شخص آخر محل نسيج الشخص المصاب». يستطيع الأطباء أن يقوا المريض من أكثر الاستجابات المناعية تدميرًا، عن طريق ضمان تطابق بروتينات وكربوهيدرات المانح مع الطرف المتلقِّي، المعروفة باسم المستضدات المميزة لفصائل الدم ABO وRh. وتحتوي خلايا الدمّ على عديد من المستضدات الأخرى، ويمكن لعدم التطابق أن يثير الاستجابات المناعية التي تتراوح بين الخفيفة والقاتلة.

من المفارَقات أن نقل الدمّ يمكنه أن يضعف الاستجابة المناعية، ويترك المرضى أكثر عرضةً للعدوى، ولكن الآلية وراء إصدار هذه الفرضية لا تزال غير مؤكدّة.

ربما تكون هذه المخاطر قد مرَّت دون أن ينتبه إليها أحد، لأن رصدها ليس سهلًا في سياق الممارسة اليومية. فكثيرون ممن يخضعون لنقل الدمّ يعانون بالفعل من أمراض خطيرة، وحالات العدوى شائعة جدًّا في المستشفيات. وتتضح المخاطر المرتفعة التي ترافِق عمليات نقل الدمّ فقط عندما يحلّل العلماء عددًا كبيرًا من مجموعات المرضى.

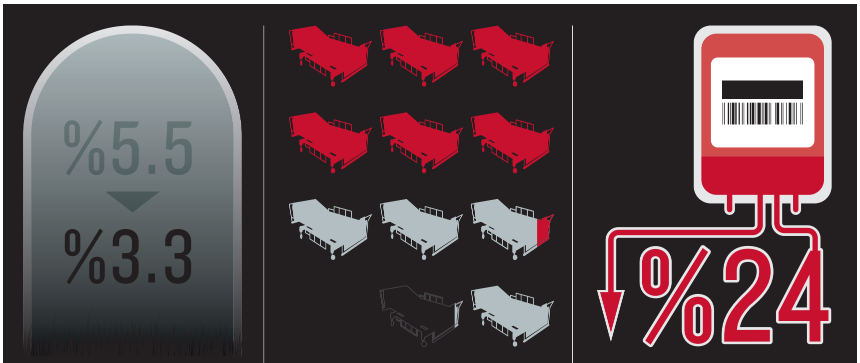
مما لا شك فيه على مستوى بعض المرضى، خاصة هؤلاء الذين يفقدون كميات دم كبيرة بسرعة أن عمليات نقل الدمّ تنقذ حياتهم. ففي دراسة نُشرت في العام الماضي[11]، وجد روبرتس وزملاؤه أن عمليات نقل الدمّ كانت مفيدة فقط من أجل أولئك الذين يعانون من الإصابات الحادة، وأنها زادت بالفعل من عدد وفيّات هؤلاء الذين يعانون من إصابات خفيفة. ولم يتحدّد تمامًا الموضع الذي يجب أن يرسم الخط الفاصل فيه؛ فمثلًا، لم تجرَ بعد أيّ تجارب عشوائية كبيرة، لاختبار ما إذا كانت مستويات الهيموجلوبين الأكثر انخفاضًا تلائم المرضى المصابين بالنوبات القلبية أو السكتات الدمّاغية، أم لا.

أما في يناير، فقد توصل العلماء ـ بشكل غير متوقع ـ إلى أن استراتيجيات نقل الدمّ المتساهلة تسفر عن نتائج

تعليمات الطبيب

بمجرد تذكير الأطباء بالإرشادات التوجيهية الحالية عند طلب الدمّ، تمكّن أحد مستشفيات كاليفورنيا من توفير المال وإنقاذ الأرواح.

SOURCE: REF. 2



تناقص الدمّ المستعمل من أجل النقل بمقدار الربع وفّر على المستشفى 1,6 مليون دولار أمريكي سنويًّا.

انتقل متوسط فترة الإقامة للمرضى الذين خضعوا لنقل الدمّ من 10,1 إلى 6,2 أيام.

تراجع معدّل الوفيات بين الأشخاص الذين خضعوا لنقل الدمّ من %5,5 إلى %3,3.

أفضل بين الأفراد الذين يخضعون لجراحة للسرطان[12]. أما تعقيدات الأمراض الفردية، وعوامل الخطورة، فتعني أن الأطباء لا يزالون في حاجة إلى إصدار قرارات فحوصهم الإكلينيكية عندما يقرون احتياج المريض إلى نقل دم، أو عندما يرفضون ذلك. ومع ذلك.. يقول الخبراء إنه من الواضح أن هناك مرضى كثيرين خضعوا لعمليات نقل دم، لا لزوم لها. ومن ثم، صار الوضع مثلما يصفه روبرتس «هناك بعض المرضى الذين سيموتون من دون نقل الدمّ، وهناك مَن سيموتون بسبب نقل الدمّ».

تطور إكلينيكي

بدأ النهج المُحافِظ يلقى قبولًا بين الأطباء. ويوصي عدد متزايد من الجمعيات الطبية والهيئات المهنية الآن باعتماد مستويات الهيموجلوبين التي تتراوح قيمتها بين 7 – 8 جرامات لكل ديسيلتر، وبدأت المستشفيات في تنفيذ استراتيجيات الحدّ من احتمالات احتياج المريض إلى نقل الدمّ في المقام الأول. ويلجأ الأطباء إلى وصف مكمِّلات الحديد للمصابين بفقر الدمّ، الذين من المقرر خضوعهم لعمل جراحي اختياري، وإلى تقليل كمية الدمّ المطلوبة للفحوص المعملية، وإلى استخدام تقنيات «إنقاذ الخلية» التي تجمع الدمّ الذي يفقده المريض أثناء الجراحة، وتعيده إلى الجسد مرة أخرى. ولطالما استُخدِمت تدابير كثيرة في علاج «شهود يهوه» الذين يعترضون على عمليات نقل الدمّ لأسباب دينية. والآن، يجري تطبيقها على مجموعات أكبر من المرضى.

يقول أريه شاندر، المدير الطبي التنفيذي لمعهد إدارة عمليات نقل الدم للمرضى والطب والجراحة اللادموية في مستشفى إنجلوود الطبي، ومركزها في نيوجيرسي: «إننا نرى أعدادًا متزايدة من البلدان القادمة نحو هذا النهج، حيث تطلب المساعدة في إعداد برامج إدارة عمليات نقل الدمّ».

كانت هولندا في طليعة هذه الدول. ففي عام 2000، اعتمدت 6.4 جرام لكل ديسيلتر كحد أدنى لنقل الدمّ على مستوى المرضى الأصحاء، وأبلغ أحد بنوك الدمّ عن انخفاض في عمليات نقل الدمّ بنسبة 12% مع حلول عام 2009. وأدَّت التغييرات في برامج إدارة عمليات نقل الدمّ، والإرشادات الإكلينيكية الجديدة، والتحول نحو التقنيات الجراحية الأقل استخدامًا للمَباضِع، إلى انخفاض معدل نقل الدم في بلدان أخرى عديدة. ففي المملكة المتحدة مثلًا، تراجع الطلب على خلايا الدمّ الحمراء بمقدار الخُمْس بين عامي 1999- 2012. وفي الولايات المتحدة، انخفض عدد الوحدات المنقولة من الدمّ الكامل وخلايا الدمّ الحمراء بنسبة 8%، بين عامي 2008:2011، وهي آخر سنة تتوفر بيانات عنها. وتتوقع منظمة (AABB)، المعروفة سابقًا بالجمعية الأمريكية لبنوك الدمّ، أن الإحصاءات التي ستصدر في وقت لاحق من هذا العام ستُظهِر تراجعًا إضافيًّا بنسبة 10%. ومنذ عام 2001، تراجعت نسبة المستشفيات الأمريكية التي اضطرت لإلغاء العمليات الجراحية الاختيارية بسبب نقص الدمّ تراجعًا متزايدًا.

يعتقد البعض أن الوقت قد حان ليتوقف المتبرعون عن التشمير عن سواعدهم. وربما لا يزال هناك نقص في بعض المناطق، أو في أعقاب الكوارث الكبرى، ويتوقع الأطباء استمرار الحاجة إلى بعض أنواع الدمّ ومكوناته، مثل الصفائح الدمّوية، التي لا يستمر تخزينها طويلًا، لكن لا يزال هناك مجال كبير لإنقاص الطلب، حسبما ترى ميريام ماركوفيتز، الرئيسة التنفيذية لجمعية (AABB). وأظهرت مراجعة[13] أُجريت في عام 2011 لأكثر من تسعة آلالاف عملية نقل دمّ في المملكة المتحدة مثلًا، أن أكثر من نصف هذه العمليات كان تجنُّبه ممكنًا.

إن مجرّد تغيير التوصيات الإكلينيكية قد لا يكون كافيًا. «فغالبية الناس لا يعيرون المبادئ التوجيهية اهتمامًا»، حسب قول فيكتور فيراريس، جراح القلب والصدر في جامعة كنتاكي في ليكسينجتون. وقد يكون هذا صحيحًا بشكل خاص عندما يبدو أن الإرشادات التوجيهية تتناقض مع خبرة الرصد المباشر، حيث يرى فيراريس أن «الجراحين يعتمدون على الخبرة والتجربة إلى درجة كبيرة جدًّا، وأن كل جراح عاش في أي وقت كان شاهدًا على حياة شخص ما ينقذه نقل الدمّ».

توضّح دراسة[14] نُشِرت في أكتوبر الماضي هذا التحدّي. فعندما أجرى العلماء مسحا على الأطباء العاملين في وحدتي العناية المركزة في مستشفى جونز هوبكنز، أفادت الغالبية العظمى من الأطباء أن المستويات المثالية لنقل الدمّ كانت 7 جرامات لكل ديسيلتر، ولكن السجلات الطبية الإلكترونية في المستشفى كشفت أن 84% من المرضى في إحدى الوحدتين، و92% في الوحدة الأخرى، خضعوا لعمليات نقل الدمّ، قبل أن تنخفض مستويات الهيموجلوبين لديهم إلى ذلك الحدّ. يقول ديفيد ميرفي، مؤلف الدراسة الرئيسي، وأخصائي رعاية الحالات الحرجة في جامعة إيموري في أتلانتا بولاية جورجيا، إن بعض الأطباء اعتبروا حالة مرضاهم لا تسمح لهم بالانتظار حتى بلوغ حد الهيموجلوبين الأدنى، وأن هذا المؤشر لا ينطبق عليهم. توصَّل ميرفي وزملاؤه أيضًا إلى أن الأطباء يعرفون عمومًا بالمستويات الموصي بها، لكن كان هناك عدد كبير من الممرضات لا يعرفونها، كما لم يكن هناك نهج موحّد لاتباعه في الوحدات، ونادرًا ما ناقش مقدمو الرعاية استراتيجية نقل الدمّ لكل مريض على حدة. ويفيد مورفي أنه إذا حام غموض بشأن ما ينبغي فعله تجاه المريض، فسيؤثر هذا إلى حدّ كبير على قدرتك على تقديم الرعاية الصحيحة».

من الممكن التغلب على هذه المشكلات، كما أظهرت دراسة أجرتها جامعة ستانفورد (انظر: «تعليمات الطبيب»). ففي العام السابق لبدء رسائل التنبيه الحاسوبية، أجرت المستشفيات ما يزيد قليلًا على نصف عمليات نقل الدم لمرضى، مستويات الهيموجلوبين لديهم تتجاوز 8 جرام لكل ديسيلتر. وبحلول عام 2013، انخفضت هذه النسبة إلى ما دون 30%. يذكر جودنوه صاحب أول ورقتين بحثيتين احتويتا على نتائج الدراسة[1,2] أن هذا التراجع كان مباشرًا.

ويعتقد أن التدخّل البسيط نجح لأسباب متعددة؛ أحدها، يتمثل في الأطباء، الذين قد يغيرون سلوكهم عندما يعتقدون أنهم تحت المراقبة، لكن رسائل التنبيه الإلكتروني ذكّرت الأطباء أيضًا بالإرشادات التوجيهية، وزوّدتهم بروابط إلكترونية للأدبيات ذات الصلة، كما أجبرت الأطباء على التمهّل والتفكير، بدلًا من الركون إلى الإجراء القياسي الانعكاسي الراسخ منذ فترة طويلة.

وفي الختام، من المحتمل أن يكون مقدمو الرعاية قد حصلوا على فرصة مناقشة احتياجات كل مريض على حدة. ويقول جودنوه: «قد يتمكن طبيب تحت التدريب طُلِب منه إحضار كمية من الدم من أن يعود إلى الفريق الطبي، ويقول: «ألزمني الحاسب بذكر السبب»، ثم فلنناقشوا السبب بعدها. ولا شك أن الأطباء قد يَخْلُصوا إلى طلب نقل الدم على أية حال، لكنهم ربما يتوقفون ويفحصون الأدلة، حتى يتفقوا مع رسالة جودنوه الواضحة، وهي أن «نقل الدم الأكثر أمانًا هو الدم الذي لم يُعطَ». ■

إميلي أنثيس صحفية علمية تقيم في مدينة نيويورك.

1. Goodnough, L. T. *et al. Transfusion* **54,** 1358–1365 (2014).
2. Goodnough, L. T. *et al. Transfusion* **54,** 2753–2759 (2014).
3. Adams, R. C. & Lundy, J. S. *Anesthesiology* **3,** 603–607 (1942).
4. Hébert, P. C. *et al. N. Engl. J. Med.* **340,** 409–417 (1999).
5. Lacroix, J. *et al. N. Engl. J. Med.* **356,** 1609–1619 (2007).
6. Hajjar, L. A. *et al. J. Am. Med. Assoc.* **304,** 1559–1567 (2010).
7. Carson, J. L. *et al. N. Engl. J. Med.* **365,** 2453–2462 (2011).
8. Villanueva, C. *et al. N. Engl. J. Med.* **368,** 11–21 (2013).
9. Robertson, C. S. *et al. J. Am. Med. Assoc.* **312,** 36–47 (2014).
10. Holst, L. B. *et al. N. Engl. J. Med.* **371,** 1381–1391 (2014).
11. Perel, P. *et al. PLoS Med.* **11,** e1001664 (2014).
12. de Almeida, J. P. *et al. Anesthesiology* **122,** 29–38 (2015).
13. *National Comparative Audit of Blood Transfusion: Part 1 Audit of Use of Blood in Adult Medical Patients* (2011); available at go.nature.com/yubguj
14. Murphy, D. J. *et al. Transfusion* **54,** 2658–2667 (2014).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

عَصْر الإنسان

طاقة وحماس وراء تسجيل حقبة جيولوجية جديدة تستشف تأثير البشرية على كوكب الأرض، ولكن ما خفي من مناقشات كان أعظم.

ريتشارد موناستيرسكي



ILLUSTRATION BY JESSICA FORTNER

على ما يبدو أن هياكل الديناصورات جميعها أصبحت لا وجود لها في متحف التاريخ الطبيعي الوطني، الكائن في واشنطن العاصمة. أما قاعة الأحفوريات، ففي الغالب صارت الآن خاوية على عروشها، ويكسوها ظل قاتم. وبين كل ذلك، يتجول سكوت وينج، الباحث في علم الأحياء القديمة، في أنحاء الغرفة التي تشبه هيئة الكهوف.

يعمل وينج ضمن فريق، يضطلع بإعادة تصميم قاعة العرض ـ التي تشكل جزءًا من المعهد السميثصوني ـ بتكلفة قدرها خمسة وأربعين مليون دولار. وفي هذه المرة، عند افتتاح القاعة مجددًا في عام 2019، ستنقلك القاعة إلى أجواء تتخطى حدود زيارة ماضي الأرض البعيد، حيث ستضم القاعة ـ بجانب العرض التقليدي لنماذج *Tyrannosaurus rex*، و*Triceratops* ـ قسمًا جديدًا، يحث الزائرين على تأمل أنواع الكائنات الحية التي تهيمن على كوكب الأرض حاليًّا.

يذكر وينج أن الهدف من ذلك «رغبتنا في مساعدة الناس على تصوُّر أدوارهم ووظائفهم في هذا العالَم الذي نعيش فيه، حيث إن أدوارهم ووظائفهم قد تشكل أهمية أكبر مما يدركون».

سوف يسلِّط هذا المعرض ـ الداعي للتأمل والتفكير ـ الضوء على عصر الأنثروبوسين، أي تلك الفترة الزمنية من تاريخ كوكب الأرض، التي أصبح العنصر البشري خلالها قوة جيولوجية كبرى. فمن خلال أعمال التعدين وحدها، نقل العنصر البشري رواسب الأرض، متفوقًا في ذلك على قدرة مياه أنهار العالم كلها وقتذاك؛ كما تَسَبَّب أيضًا الإنسان العاقل *Homo sapiens* في زيادة درجة حرارة كوكب الأرض، وفي ارتفاع مستويات سطح البحر، وفي تآكل طبقة الأوزون، وفي تحميض المحيطات.

يقترح عديد من الباحثين ـ نظرًا إلى حجم هذه التغييرات وأهميتها ـ أن عصر الأنثروبوسين يجسد حقبة جديدة من الزمن الجيولوجي. حظي هذا المفهوم باهتمام وتأييد كبيرين، خاصة في السنوات القليلة الماضية، ليس فقط في أوساط علماء الجيولوجيا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وحدهم، حيث جذب المصطلح اهتمام علماء الآثار، والمؤرخين، بل وحتى باحثي دراسات النوع الاجتماعي؛ وعرضت متاحف عديدة حول العالم فنًّا مستوحًى من عصر الأنثروبوسين؛ كما أن الإعلام تبنَّى الفكرة بكل حماسة، إذ كتبت مجلة «الإيكونومست» في أحد أعدادها في عام 2011: «مرحبًا بعصر الأنثروبوسين».

هذه التحية سبقت أوانها قليلًا؛ فمع أن المصطلح راج استعماله، إلا أنه لا يزال فكرةً غير متبلورة، حيث إن هذه التسمية غير معترَف بها، ولم يقرّها المختصون بعد، كجزء من المقياس الزمني الجيولوجي. ومن المحتمل أن يتغير ذلك الحال عما قريب، فثمة لجنة من الباحثين تناقش حاليًّا إمكانية إدراج فكرة عصر الأنثروبوسين كوحدة جيولوجية معترف بها، فضلًا عن تحديد نقطة بداية هذا العصر على خريطة الزمن الجيولوجي، لكن النقاد يساورهم القلق، إذ إن النقاشات المهمة المعارِضة لذلك الاقتراح خفت صوتها في ظل التحمس العام للفكرة، خاصة تحمس جزء من الباحثين ذوي التوجه البيئي، الذين يرغبون في تسليط الضوء على مدى السلوك التخريبي والتدميري الذي أصبح الإنسان ينتهجه. وصار حال بعض المؤيدين لتلك الفكرة أشبه بحال المتعصبين، مما جعل أحد الباحثين الجيولوجيين ـ لم يرغب في الإفصاح عن اسمه ـ يقول: «ثمة تشابه بينهم وبين جماعات دينية محددة شديدة الغيرة على دينها. هذه الغيرة تصل إلى حد، يظنون عنده أن كل مَن لا يمارس شعائرهم الدينية إنسان بربري».

> «إن مقياس الزمن الجيولوجي ـ من وجهة نظري ـ أحد إنجازات البشرية العظيمة».

سلَّط النقاش دائرة الضوء على عملية جيولوجية، عادةً لم يفطن إليها أحد، ولكن استعان بها الجيولوجيون في تقسيم 4.5 مليار سنة من تاريخ كوكب الأرض. وفي المعتاد، تُؤخذ قرارات الزمن الجيولوجي على أساس دلائل علم طبقات الأرض ـ أي الدليل الذي تحمله ثنايا طبقات الصخور، ورواسب المحيطات، وعيِّنات اللب الجليدي، والرواسب الجيولوجية الأخرى. ومع ذلك.. لا تزال عملية وصف عصر الأنثروبوسين بأنه «زمن جيولوجي أساسي أكثر تعقيدًا من دلائل علم طبقات الأرض»، وفقًا ليان زلاجيفيت، الباحث الجيولوجي في جامعة ليستر بالمملكة المتحدة، ورئيس مجموعة عمل عصر الأنثروبوسين، الذي يقيّم القضية؛ لعرضها على الهيئة الدولية المعنية بعلم طبقات الأرض.

منقوش على الصخر

ينافس الجدول الزمني لتاريخ الأرض عند علماء الجيولوجيا الجدول الدوري من حيث الأهمية العلمية. وقد استغرق العمل عليه قرونًا من العمل المضني في طبقات الأرض؛ لتشييد بناء مُنظم؛ لدعم كافة دراسات ماضي كوكب الأرض، وذلك من خلال مطابقة الوحدات الصخرية الكبير، وترتيبها تبعًا للشكل. يقول مايكل ووكر، الباحث في علم جيولوجيا العصر الرابع في جامعة ويلز ترينتي سانت ديفيد في لامبتر بالمملكة المتحدة، إن «مقياس الزمن الجيولوجي ـ من وجهة نظري ـ أحد إنجازات البشرية العظيمة». ويعتمد عمل ووكر في المقام الأول على مقياس الزمن الجيولوجي، كما قاد فريقًا ساعد في تحديد أحدث وحدات مقياس الزمن الجيولوجي، المعروفة «بعصر الهولوسين»، الذي بدأ منذ 11,700 سنة.

كان قرار الاعتراف بعصر الهولوسين رسميًّا في عام 2008 أحد أهم الأعمال الحديثة التي أنجزتها الهيئة الدولية المعنيَّة بعِلْم طبقات الأرض المشرفة على المقياس الزمني. وقسمت اللجنة تاريخ الأرض إلى مجموعات من الكتل المتشابكة، على غرار ترابط السنين والشهور والأيام. ووفقًا للزمن الجيولوجي، أطلق العلماء تسمية «حقبة الحياة الحديثة» (Cenozoic era) على الستة وستين مليون سنة التي جاءت بعد اندثار عصر الديناصورات. وفي قلب تلك الفترة، تهيمن جيولوجيا العصر الرابع على 2.58 مليون سنة، وهي المدة التي تعاقبت على الأرض فيها عشرات دورات العصور الجليدية. ويتكون الجزء الأكبر من جيولوجيا العصر الرابع من الحقبة البلاستوسينية (Pleistocene)، بينما يحتل عصر الهولوسين (Holocene) رقعة زمنية صغيرة منذ نهاية العصر الجليدي الأخير.

عندما حدَّد ووكر ومجموعته بداية حقبة الهولوسين، كان لزامًا عليهم اختيار بقعة على الكوكب، تشير إلى معالم هذه الحقبة وحدودها، لأن أغلب الوحدات الجيولوجية يميزها تغير محدَّد تحمله الصخور، وهذا التغير ـ في كثير من الأحيان ـ يمثل الظهور الأول الشائع لأحفور ما. ومن الناحية البيولوجية، لم يبلغ عصر الهولوسين من القِدَم أقصاه، كي يقدم لنا مستوى غير معتاد من الدقة. لذا.. حرص ووكر ومجموعته على اختيار تغيير مناخي، كان نهاية فترة الطقس البارد من العصر الجليدي الأخير، ثم ميَّزوا البصمة الكيميائية للاحتباس الحراري على عمق طوله 1,492.45متر في لب جليدي، تم حفره بالقرب من وسط أراضي جرينلاند[1]. وثمة بصمة مشابهة للاحتباس الحراري، يمكن رؤيتها في الرواسب المتجمعة في البحيرات والبحار الموجودة في كافة أرجاء العالم، وذلك الأمر سيعطي الجيولوجيين فرصة؛ كي يحددوا بدقة بداية عصر الهولوسين في مكان آخر.

NATURE.COM
لمعرفة المزيد عن عصر الأنثروبوسين، قم بزيارة الموقع:
go.nature.com/vybhfu

وبينما كانت الهيئة الدولية المعنية بعلم طبقات الأرض تخطو آخر خطواتها، كي تقر تحديدًا بداية عصر الهولوسين، كان النقاش يتصاعد حول احتمال نهاية ذلك العصر، وإعلان بداية عصر الأنثروبوسين. ولهذه الفكرة تاريخ طويل؛ ففي منتصف القرن التاسع عشر، سعى جيولوجيون عديدون إلى الاعتراف بالقوة البشرية العظمي، من خلال الإشارة إلى الزمن الحاضر باعتباره عصر الأنثروبوزويك؛ ومن وقتها أخذ آخرون يطرحون اقتراحات مماثلة، تحمل أحيانًا أسماء مختلفة؛ لكن هذه الفكرة اكتسبت زخما في السنوات القليلة الماضية فقط. ويعود ذلك جزئيًّا إلى التغيرات البيئية السريعة، وإلى إسهامات بول كروتزن، الكيميائي في معهد ماكس بلانك للكيمياء في ماينز الألمانية.

يمتلك كروتزن خبرة شخصية خاصة وفريدة عن الطريقة التي تَسَبَّب بها الفعل البشري في تغيُّر الحياة على كوكب الأرض. ففي سبعينات القرن العشرين وثمانيناته، قام باكتشافات كبرى عن طبقة الأوزون، وعن طريقة إتلافها، بسبب التلوث الناجم عن العنصر البشري، وقد استحق أن ينال على هذا العمل جائزة «نوبل» بالمشاركة مع آخرين. وفي عام 2000، طرح كروتزن ويوجين ستورمر ـ من جامعة متشيجان في آن أربور ـ مناقشة، مفادها أن سكان العالم أصبح لهم تأثير كبير على العمليات الكوكبية، مما يفرض علينا تسمية العصر الجيولوجي الحالي «أنثروبوسين»[2]. ولأنه من علماء الكيمياء الجوية، لم يكن كروتزن من المجتمع الذي عليه البت في القرارات المتعلقة بالتغيرات في المقياس الزمني الجيولوجي، لكن الفكرة ألهمت عديدًا من الجيولوجيين، وبالأخص زالاجيفت وأعضاء آخرين من الجمعية الجيولوجية في لندن، حيث كتبوا ـ في عام 2008 ـ ورقة موقف أكاديمي، يحثُّون فيها المجتمع على وضع هذه الفكرة موضع الاعتبار[3].

كان لهؤلاء القدرة على تسريع وتيرة وقوع الأمر وحدوثه. فقد صادف أن أصبح زالاجيفت عضوا في لجنة العصر الجيولوجي الرابع الفرعية، التابعة للهيئة الدولية المعنيّة بعلم طبقات الأرض، وهي الهيئة التي ستتحمل مسؤولية دراسة المقترحات رسميًّا. وترأَّس وقتذاك هذه اللجنة أحد المؤلفين المشاركين، وهو فيل جيبارد، من جامعة كمبريدج في المملكة المتحدة.

في ظل دائرة الشك التي تقع فيها الفكرة، يقول جيبارد: «يمكنني أن أرى أهمية ذلك، حيث إنه شيء لا ينبغي أن نذير له ظهورنا». وفي العام التالي، كلّف جيبارد الكيميائي زالاجيفت بتشكيل مجموعة علم الأنثروبوسين؛ للنظر في هذا الأمر.

بداية جديدة

منذ ذلك الحين، أصبح جدول هذه المجموعة يعج بالأعمال، فنشروا تقريرين كبيرين، من الممكن أن يتسببا لك في جرح، إذا سقطا على أيٍّ من أصابع قدمك، فضلًا عن عشرات الأوراق البحثية الأخرى.

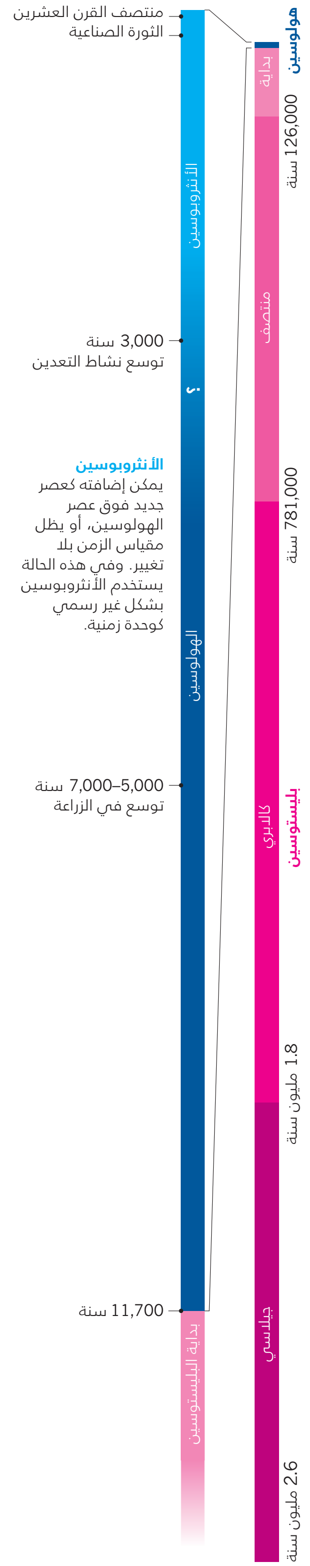
وأمام هذه المجموعة قضايا عديدة للنِّقاش: هل يُعقل أن يشكِّل الأنثروبوسين وحدة من مقياس الزمن الجيولوجي؟ ومتى بدأت؟ وما المكانة التي ينبغي أن يتبوأها في التسلسل الهرمي لمقياس الزمن الجيولوجي، في حالة أن أقرّته الجهة المعنية؟

عندما اقترح كروتزن مصطلح «أنثروبوسين»، أضاف المقطع اللفظي النهائي الصحيح المستخدَم في وصف عصر جيولوجي، وناقش أن تاريخ بداية هذا العصر كان في أواخر القرن الثامن عشر، أي مع بداية الثورة الصناعية. وفي تلك الفترة الواقعة بين تلك البداية وبداية الألفية الجديدة، لاحظ أن البشر ثقبوا طبقة الأوزون الواقعة فوق القارة القطبية الجنوبية، وضاعفوا كمية الميثان في الغلاف الجوي، وزادوا تركيزات ثاني أكسيد الكربون بنحو 30%؛ لتبلغ مستوى غير معهود خلال أربعمائة ألف سنة.

عندما بدأت مجموعة عمل الأنثروبوسين في مرحلة التحقق والتنقيب، أعدَّت قائمة أطول بكثير من التغييرات التي جلبها البشر على كوكبنا؛ فأشارت إلى أن الزراعة، والمعمار، وتشييد السدود على الأنهار.. كل ذلك تَسَبَّب في نقل الرواسب، بمعدل لا تقلّ سرعته عن عشرة أضعاف سرعة عوامل التعرية الطبيعية. وعلى طول بعض السواحل، أدّت كمية مغذيات الأسمدة الكبيرة إلى تكوين «مناطق ميتة» تفتقر للأكسجين؛ كما أدّت زيادة ثاني أكسيد الكربون الناجم عن احتراق الوقود الحفري إلى حموضة سطح مياه

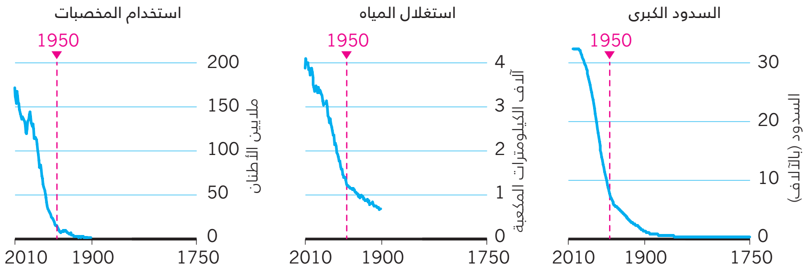
البشر في مركز القيادة

يدرس باحثون ما إذا كان ينبغي تعديل مقياس الزمن الجيولوجي، ليشمل الأنثروبوسين، الذي صار وحدة وزمنية، تحول البشر خلالها إلى قوة كبرى على سطح الكوكب، أم لا. البعض يؤكد أن بداية هذا العصر كانت في منتصف القرن العشرين، بينما يطرح آخرون تواريخ أقدم بكثير.

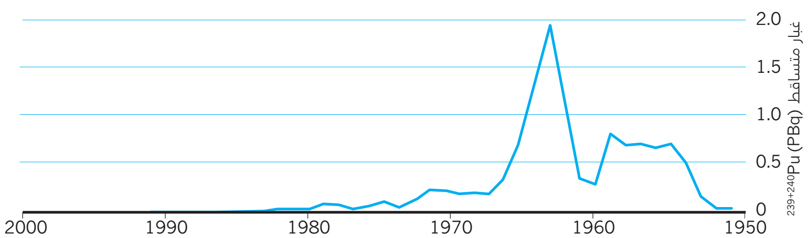


آخر اقتراح للأنثروبوسين

آثار البشر على البيئة كثرت بشكل ملحوظ في منتصف القرن العشرين، وهو اتجاه مرئي في عديد من السجلات. ذلك الوقت يُدعى التسارع العظيم.

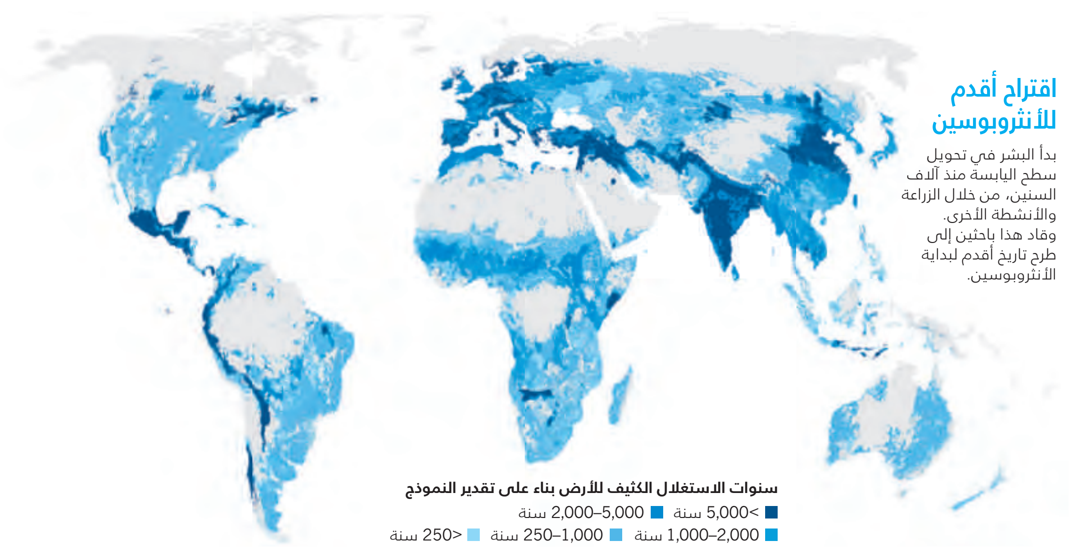


الغبار المشع المتساقط من التفجيرات النووية بلغ الذروة في وسط القرن العشرين، وهو ما ترك علامة مرئية في الرواسب التي تطرح مقترحًا كعلامة على بداية الأنثروبوسين.

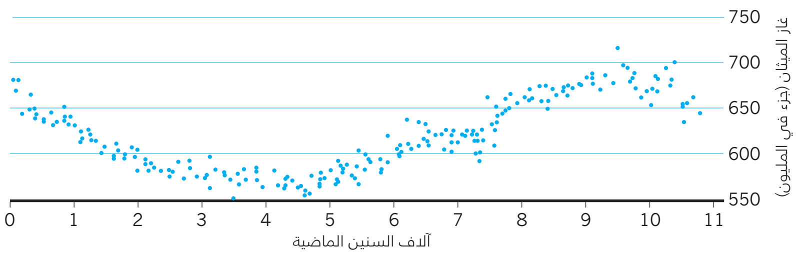


اقتراح أقدم للأنثروبوسين

بدأ البشر في تحويل سطح اليابسة منذ آلاف السنين، من خلال الزراعة والأنشطة الأخرى. وقاد هذا باحثين إلى طرح تاريخ أقدم لبداية الأنثروبوسين.



إحدى العلامات المحتملة هي زيادة تركيزات الميثان في الغلاف الجوي منذ آلاف السنين، المسجلة في الجليد. وهذا قد يعكس الزيادات في الاستزراع وتربية الماشية.



SOURCES: DAMS/WATER/FERTILIZER, IGBP; FALLOUT, REF. 5; MAP, E. C. ELLIS *PHIL. TRANS. R. SOC. A* **369**,1010–1035 (2011); METHANE, REF. 4

المحيطات بمقدار 0.1 أس هيدروجيني لكل وحدة. ولم يتوقف الأمر عند ذلك، بل امتد وصارت بصمة العنصر البشري جليّة في تقلبات درجة الحرارة عالميًّا، وفي معدل انقراض الأنواع، وفي انصهار جليد القطب الشمالي.

في البداية، انجذبت مجموعة العمل ـ التي تضم كروتزن ـ إلى فكرته القاضية باختيار الثورة الصناعية كنقطة بداية الأنثروبوسين زمنيًّا، إلا أن طاولة النّقاش كشفت عن خيارات أخرى مطروحة.

يدعي بعض الباحثين أن هذا العصر تصادفت بدايته مع التوسع في الزراعة، وتربية الماشية، منذ ما يزيد على 5 آلاف سنة[4]، أو مع ثورة التعدين، منذ ما يزيد على 3 آلاف سنة (انظر: «البشر في مركز القيادة»). ولم تترك كل من الثورة الصناعية أو تغييرات الأرض الأقدم أي إشارات جيولوجية غامضة عن نشاط إنساني متزامن في جميع أنحاء العالم.

وقد شهد الأسبوع الثاني من مارس الماضي في دورية *Nature* طرحًا قدّمه باحثان، يبين أن علامة بداية عصر الأنثروبوسين المحتملة قد تكمن في الانخفاض الملحوظ في تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الفترة ما بين عامي 1570 حتى 1620، والمسجلة في عينات لب الجليد. وربط الباحثان هذا التغير بهلاك ما يقرب من 50 مليون نسمة من سكان أمريكا

الشمالية والجنوبية الأصليين، الذي حلَّ بعد وصول الأوروبيين إليهما. وفي أعقاب تلك الكارثة، حلَّت الغابات محل 65 مليون هكتار من الحقول الزراعية المهجورة؛ فشهدت الأرض طفرة في عودة النمو، الذي خَفَّضَ من مستويات ثاني أكسيد الكربون العالمية.

ومع ذلك.. تحدث زالاجيفيت والمجموعة كثيرًا عن خيار آخر، مستغلِّين العلامات الجيولوجية التي خلَّفها عصر الذرة. ففي الفترة من 1945 حتى 1963، عندما دخلت معاهدة الحظر الجزئي للتجارب النووية حيز التنفيذ، نفّذت الدول ما يقرب من خمسمائة تفجير نووي فوق سطح الأرض. وخلَّفت تلك الانفجارات غبار الأنقاض، ليحوم حول العالم، وليكوِّن طبقة مميزة من عناصر إشعاعية في الرواسب. آنذاك، كان البشر يتركون بصمات جيولوجية بعدد من الطرق الأخرى، وجميعها شَكَّلَ جزءًا مما صار، يُعرف باسم (السرعة العظمى للعالم الحديث)، حيث بدأت صناعات البلاستك تغمر البيئة، جنبًا إلى جنب مع الألومنيوم، والمخصبات الصناعية، وصناعات الإسمنت، والبترول المحتوِي على الرصاص، حيث إن جميع ما سبق ترك إشارات في سجل عمليات الترسيب.

في شهر يناير الماضي، عرضت أغلبية في مجموعة العمل ـ قوامها 37 شخصًا ـ أول نتائجها المبدئية، وقدَّم زالاجيفيت و25 عضوًا آخرين تقريرًا[5] بأن العلامات الجيولوجية الموجودة منذ منتصف القرن العشرين تجعل هذا الوقت «مثاليًّا من ناحية طبقات الأرض»؛ للوقوف على بداية الأنثروبوسين، سواء تَحَدَّدَ ذلك رسميًّا، أم لا، وهو ما أطلق عليه زلاجيفيت «مرشح لأسوأ حد فاصل على الأقل».

اقترحت المجموعة تاريخًا محددًا للبداية، وهو السادس عشر من يوليو لعام 1945، وهو ذلك اليوم الذي شهد أول تفجير نووي. سوف يكون الجيولوجيون قادرين في المستقبل ـ بعد آلاف السنين ـ على تحديد الحد الفاصل بالنظر في الرواسب؛ لالتقاط بصمة البلوتونيوم طويلة العمر، التي خلّفتها تفجيرات من منتصف القرن، أو من علامات عالمية أخرى منذ ذلك الوقت.

«وأمَّا ما تراه يحدث هنا، فقد صار بيانًا سياسيًّا. وهذا ما يريده أغلب الناس».

نِقَاش متعدِّد الطبقات

يزعِج الضغط الممارَس من البعض للاعتراف رسميًّا بعصر الأنثروبوسين علماءَ طبقات الأرض. وفي عام 2012، نشرت دورية الجمعية الجيولوجية الأمريكية[6] تعليقًا، تسأل فيه: «هل الأنثروبوسين قضية يبتّ فيها عِلْم طبقات الأرض، أم الثقافة الشعبية؟» ويشكو البعض من أن مجموعة العمل ولَّدت تيارًا دعائيًّا لتأييد هذا المفهوم. ومن ثم، يقول ستان فيني ـ الباحث في علم الجيولوجيا القديمة لطبقات الأرض في جامعة ولاية كاليفورنيا بمدينة لونج بيتش، ورئيس الهيئة الدولية المعنية بطبقات الأرض، التي ستَعقِد في النهاية تصويتًا على اقتراح تقدِّمه مجموعة العمل ـ «إنني محبَط، لأنهم كلما قاموا بعمل أي شيء، فثمة مقالات بالصحف. وأمّا ما تراه يحدث هنا، فقد صار بيانًا سياسيًّا. وهذا ما يريده أغلب الناس».

أودع فيني بعضًا من مخاوفه في ورقة بحثية[7]، نُشرت في عام 2013. وأحد أكبر الأسئلة التي تناولها يتلخص فيما إذا كانت هناك حقًّا سجلات مهمة وذات دلالة على عصر الأنثروبوسين في طبقات الأرض عالميًّا، أم لا. ولاحظ في قاع البحر أن طبقة الرواسب ـ التي تحمل في طياتها تاريخًا عمره سبعون عامًا ـ قد يقل حجمها عن ملِّيمتر واحد. وذكر أن القضية الأكبر من ذلك، هي صحة وملاءمة تصنيف شيء، ينتمي إلى الحاضر والمستقبل في المقام الأول، كجزء من مقياس الزمن الجيولوجي.

يناقش بعض الباحثين أنه من السابق جدًّا لأوانه اتخاذ أي قرار، لأن الأمر سوف يستغرق قرونًا، أو أكثر؛ لنعرف ما هو الأثر الدائم الذي سيتركه الإنسان على سطح الكوكب. وظَهَرَ على الساحة أحد أعضاء مجموعة العمل، ويُدعى إيرل إليس ـ الباحث في علم الجغرافيا في جامعة ميريلاند بمدينة بالتيمور كاونتي ـ وقال إنه أثار فكرة التَّرَوِّي والتحقق على زملائه في المجموعة: «ينبغي أن نضع إطارًا زمنيًّا، ولعله بعد ألف عام من اللحظة الآنية، حيث نتمكن خلاله مِن أنْ نتحقق رسميًّا من صحة الأمر. أما إصدار قرار قبل ذلك، فسيكون من السابق لأوانه». وحتى ذلك الأمر لا يبدو هو الآخر محتملًا، لأن مجموعة العمل تخطط لأَنْ تقدِّم مقترحاتها الأولية في عام 2016.

انسحب من النِّقاش بعض الأعضاء الذين لديهم وجهات نظر مغايرة للأغلبية. وبقي ووكر وآخرون يوضِّحون أن أنشطة العنصر البشري أصبحت بالفعل من الأشياء المسَلَّم بها في مقياس الزمن الجيولوجي. ولا يزال وجود المجتمعات البشرية في العصر الحديث هو الفارق الوحيد بين فترة الاحتباس الحراري الحالية، وعصر الهولوسين، وكل الفترات التي ظهرت بين العصور الجليدية البليستوسينية. لذا.. يقول ووكر: لقد «لعبتَ ببطاقة الحظ في التعريف بعصر الهولوسين. ومن الصعب أن تستخدمها مجددًا».

ومنذ عام، بعد أنْ صار من الواضح أن جعبة ووكر تحمل القليل، استقال من المجموعة، وهو لا يُكِنّ سوى الاحترام لكل أعضائها، على حد قوله. وقد سمع مخاوف من أنّ وتيرة حركة تحديد بداية الأنثروبوسين تزداد سرعة. لذا.. يقول إنّ «هناك إحساسًا في بعض الأوساط، يفضي بأن القوة المحرِّكة لهذا الأمر أشبه بقوة الطاغوت. أما في المجتمع الجيولوجي، ولا سيما في مجتمع طبقات الأرض، فيسود شعور بالقلق وعدم الراحة».

يبذل زالاجيفيت جهودًا مضنية؛ لإيضاح أن مجموعة العمل لم تصل بعد إلى أي استنتاجات قاطعة، ويقول: «نحتاج إلى مناقشة فائدة الأنثروبوسين. وإذا كنا سنضفي الطابع الرسمي عليه، فمن سيسدي عونًا في ذلك، ومَن قد يكون منزعجًا؟ فهناك كثير من العمل ينتظرنا».

إنّ أي مقترح قدمته المجموعة سيظل في حاجة إلى اجتياز سلسلة من العقبات. أولًا، سيحتاج إلى تأييد الأغلبية المطلقة، أي 60% موافقة، في تصويت يشارك فيه أعضاء لجنة العصر الجيولوجي الرابع الفرعية. ومن ثم، سيحتاج إلى بلوغ النسبة المئوية ذاتها في تصويت ثان، تشارك فيه قيادات الهيئة الدولية المعنية بطبقات الأرض، التي تشمل رؤساء من المجموعة التي تدرس الكتل الزمنية الكبرى. وأخيرًا، يجب أن توافق اللجنة التنفيذية للاتحاد الدولي للعلوم الجيولوجية على الطلب.

في كل خطوة، كثيرًا ما تُرسَل الاقتراحات للتنقيح والمراجعة، وفي بعض الأحيان تُرفَض كليّةً. يقول مارتن هيد، الباحث في علم الطبقات البحرية في جامعة بروك بمدينة سانت كاترين الكندية، والرئيس الحالي للجنة العصر الجيولوجي الرابع الفرعية: «إنها عملية محافظة في الأساس»، ويتابع بقوله: «إنك تعبث بالمقياس الزمني الذي يستخدمه ملايين الناس في كل أنحاء العالم. فإذا كنتَ تُجْرِي تعديلات، فيجب أن تكون هذه التعديلات على أساسٍ يَلْقَى تأييدًا ساحقًا».

أخبر بعض أعضاء لجنة العصر الجيولوجي الرابع الفرعية، الذين شاركوا في التصويت بدورية *Nature*، أنهم لم يقتنعوا بالمناقشات التي أثارها المؤيدون لفكرة الاعتراف بالأنثروبوسين. يقول جيبارد ـ وهو صديق لزالاجيفيت ـ إن تحديد بداية هذا العصر لن يساعد معظم جيولوجيّ العصر الرابع، خاصة أولئك الدارسين لعصر الهولوسين، لأنهم لا يميلون إلى دراسة مادة من العقود أو القرون القليلة الماضية. ويقول أيضًا: «لا أريد أن أصير شخصًا يهدم النقاشات، لأن الكثير من الأمور المفيدة سيتجلَّى؛ كنتيجة لأسلوب التفكير في هذا الأمر بطريقة منهجية».

وفي حالة عدم الموافقة على المقترح؛ فسيتمكَّن الباحثون من استخدام لفظة «الأنثروبوسين»، ولكن بصورة غير رسمية، مثلهم في ذلك مثل استخدام مصطلحات علم الآثار ـ كالعصر الحجري الحديث، والعصر البرونزي ـ في وقتنا هذا. وبغضّ النظر عن النتيجة، شَقَّ عصر الأنثروبوسين طريقه في الحياة، حيث بدأ في إصدار ثلاث دوريات عن الأنثروبوسين في العامين الماضيين، كما ارتفع معدل عدد الأوراق البحثية المتناولة للموضوع ارتفاعًا حادًّا، حيث تخطَّى عدد الأوراق البحثية المنشورة في عام 2014 مئتي ورقة.

وبحلول عام 2019، عند افتتاح قاعة الأحافير الجديدة في متحف التاريخ الطبيعي، التابع التي للمعهد السميثصوني، سوف يتضح ـ على الأرجح ـ ما إذا كان عرض الأنثروبوسين يصوِّر وحدة زمنية معترفًا بها، أم لا. يقول وينج ـ عضو مجموعة العمل ـ إنه لا يريد أن يخوض مناقشة تستند إلى علم طبقات الأرض، حتى لا يقلل من أهمية القضية الكبرى. ويؤمن أنَّ «هناك ـ بلا شك ـ أفقًا أرحب لتناول التأثيرات البشرية على النظم البيئية. وهذا الأفق ستكون أهميته أكبر، كما سيثير اهتمامًا أكبر من الناحية العلمية».

وبينما يجول في قاعة الحفريات القديمة المغلقة، يشير إلى كَمّ العمل الذي ينبغي القيام به، لإعادة تشكيل المعروضات، وتحديث المتحف، الذي افتُتح منذ قرن مضى. وفي العقل الجيولوجي، تمثل المئة عام فترة عادية، إلا أنه في خلال هذه الفترة تَضَاعف عدد السكان أكثر من ثلاث مرات. ويطلب وينج من زوار المتحف أن يفكروا ـ حتى ولو لبرهة ـ في القوة الكوكبية التي يملكها العنصر البشري الآن بين يديه، وفي الكيفية التي يتفق فيها ذلك مع سياق تاريخ كوكب الأرض. ويختتم كلامه قائلًا: «إذا نظرت إلى الوراء بعد 10 ملايين سنة من المستقبل، ستكون قادرًا على إدراك ما الذي نفعله اليوم». ■

ريتشارد موناستيرسكي محرِّر قِسم التحقيقات في دورية *Nature*، واشنطن العاصمة.

1. Walker, M. *et al. J. Quat. Sci.* **24,** 3–17 (2009).
2. Crutzen, P. J. & Stoermer, E. F. *IGBP Newsletter* **41,** 17–18 (2000).
3. Zalasiewicz. J. *et al. GSA Today* **18**(2), 4–8 (2008).
4. Ruddiman, W. F. *Ann. Rev. Earth. Planet. Sci.* **41,** 45–68 (2013).
5. Zalasiewicz, J. *et al. Quatern. Int.* http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.11.045 (2015).
6. Autin, W. J. & Holbrook, J. M. *GSA Today* **22**(7), 60–61 (2012).
7. Finney, S. C. *Geol. Soc. Spec. Publ.* **395,** 23–28 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



IMAGINECHINA/CORBIS

مرض قِصَر النظر يجتاح الصين

يصل قِصَر البصر إلى نِسَب وبائية، ويعتقد بعض العلماء أنهم وجدوا السبب.

إيلي دولجين

لطالما احتضنت مدينة جوانزو الجنوبية أكبر مستشفى عيون في الصين، ولكن بدا واضحًا، منذ خمس سنوات تقريبًا، أن مركز تشونجشان للعيون بات بحاجة إلى التوسيع.

يتقاطر المزيد والمزيد من الأطفال الذين يشكون من تَغَيُّم الرُّؤْيَة، الناجم عن الحسَر. ومع هذا العدد الكبير من العيون التي تحتاج إلى الفحوص والنظارات، كان المستشفى يعجّ بالزوار. وهكذا بدأ المركز بإضافة غرف فحص جديدة، كما نقل بعض أطبائه وباحثيه إلى مركز تسوّق محليّ؛ بهدف خلق مساحة أكبر في المركز. والآن، في فترات العطلة المدرسية الصيفية والشتوية، وعند تشخيص معظم الحالات، يتدفق «آلاف وآلاف الأطفال» كل يوم، حسبما يقول طبيب العيون ناثان كونجدون، الذي كان واحدًا من الأطباء المُهجّرين، حيث «لا يمكنك بحقّ أن تسير في القاعات، بسبب كل هؤلاء الأطفال».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أصبحت النظارات هي القاعدة، لا الاستثناء في الجامعات الصينية.

تشهد بلدان شرق آسيا ارتفاعا غير مسبوق في مستويات الإصابة بالحسَر، المعروف أيضًا باسم قَصر النظر. فمنذ ستين عامًا، كان 10-20 % من سكان الصين يعانوا من قِصَر النظر. أما اليوم، فتصل نسبة المراهقين وصغار البالغين المصابين إلى 90%. وفي سيول، تضخمت نسبة المصابين بقِصَر النظر على مستوى الفئة العمرية البالغة التاسعة عشر عامًا، حيث وصلت إلى 96.5%

شهدت أجزاء أخرى من العالم أيضًا زيادة كبيرة في عدد الحالات، التي تصيب الآن ما يقرب من نصف الشباب في الولايات المتحدة وأوروبا ـ وهو ضِعْف معدل الانتشار منذ نصف قرن. وحسب بعض التقديرات، من الممكن أن يصاب ثلث سكان العالم ـ أي 2.5 مليار نسمة - بقِصَر النظر مع حلول نهاية هذا العقد. ويقول بادماجا سانكاريدرج، رئيس برنامج علاج الحسَر في معهد بصريات برلين هولدن في سيدني الأسترالية، «إننا ماضون في الطريق المؤدية إلى وباء قِصَر النظر».

أصبحت هذه الحالة تشكل أكثر من مجرد إزعاج.. فالنظارات، والعدسات اللاصقة، والجراحة تنجح في تصحيح وضع النظر، لكنها لا تعالج الخلل، حيث تحدث استطالة طفيفة في مقلة العين، وهو ما يعني أن العدسة تركز الضوء المنبعث من الأجسام البعيدة أمام الشبكية قليلًا، وليس عليها تمامًا. وفي الحالات المتدهورة، يتسع التشوه مسبِّبًا ترقق أجزاء العين الداخلية، مما يزيد من إمكانية حدوث انفصال الشبكية، والسّادّ (إعتام عدسة العين cataract)، والزَّرَق glaucoma، وحتى العمى. ونظرًا إلى أن العين تنمو طوال مرحلة الطفولة، فإن الحسَر يتطور عادة لدى الأطفال في سن المدرسة والمراهقة. وحاليًّا، يعاني حوالي خُمْس الأفراد الذين في سن الجامعة من دول شرق آسيا من حالات حسَر متأخرة، ومن المتوقع أن تتطور إصابة نصفهم إلى فقدان البصر نهائيًّا.

هذا التهديد أدَّى إلى زيادة البحوث في محاولة لفهم أسباب هذا الاضطراب، كما بدأ العلماء في التوصل إلى إجابات. فهُم يتحدّون الأفكار القديمة التي تشير إلى أن الحسَر يصيب ذاك الطفل المولع بالمطالعة، ويسعون إلى تكوين فكرة جديدة، كالخطورة النابعة من قضاء أوقات طويلة جدًّا داخل حيز مكاني محدد. ومن ثم، تقول كاثرين روز، رئيسة قسم تقويم البصر في جامعة تكنولوجي في سيدني: «إننا نحاول فعلًا الآن توجيه هذه الرسالة، بأنّ الأطفال بحاجة إلى قضاء مزيد من الوقت خارج البيت».

مسألة نظر

لسنوات عديدة، كان هناك إجماع علمي على أن الحسَر ينجم ـ إلى حد بعيد ـ عن الجينات. وقد أظهرت الدراسات التي جرت في ستينات القرن العشرين أن الحالة كانت أكثر شيوعًا بين التوائم المتطابقة وراثيًّا، مقارنة بغير المتطابقة، مما يوحي بأن الاستعداد للإصابة يتأثر بشدّة بالحمض النووي[1]. وقد تمكنت جهود أبحاث الجينات الآن من ربط أكثر من مئة منطقة من مناطق الجينوم بقِصَر النظر.

كان من الواضح، مع ذلك، أن القصة لا يمكن أن تقتصر على الجينات فقط. وقد بزغت إشارة من أوضح الإشارات، عن طريق دراسة أجريت في عام 1969 على سكان الإنويت (الاسكيمو) التي تستوطن الطرف الشمالي من ألاسكا، والتي شهدت تغييرات في نمط الحياة[2]. ومن البالغين الذين نشأوا في مجتمعات معزولة، تعرَّض اثنان فقط من أصل 131 للحسَر، لكن أكثر من نصف أبنائهم وأحفادهم كانوا مصابين بالحالة. والتغيرات الجينية تحدث ببطء شديد، بصورة لا تفسر هذا التغيّر السريع، أو لا تفسِّر الارتفاع الشديد في معدلات الحسر التي بدأ توثيقها منذ ذلك الحين في جميع أنحاء العالم (انظر: «تطور الحسَر»). ومن ثم، «لا بد من وجود تأثير بيئي، قد تَسَبَّب في هذا الاختلاف بين الأجيال»، حسبما أفادت سيانج مي ساو، التي تدرس علم الأوبئة والجينات الوراثية المتعلقين بالحسر في جامعة سنغافورة الوطنية.

كان هناك متهم واحد واضح، ألا وهو: الكُتُب، إذ نشأت هذه الفكرة منذ أكثر من أربعمائة سنة، عندما عمد عالِم الفلك وخبير البصريات الألماني، يوهانز كيبلر، إلى إلقاء اللوم على قِصَر نظره على كل ما درسه. وتجذّرت الفكرة؛ ومع حلول القرن التاسع عشر، أصبح بعض رواد طب العيون يوصون بأنْ يستعمل التلاميذ مساند الرأس؛ لمَنْعهم من إمعان نظرهم بشدة في كُتُبهم.

عَكَسَ الارتفاع الحديث في حدوث الحسَر ميل الأطفال في عديد من البلدان إلى قضاء المزيد من الوقت في القراءة والدراسة، أو الالتصاق بشاشات الكمبيوتر والهاتف الذكي في الآونة الأخيرة. وبشكل خاص، بات هذا هو الحال في دول شرق آسيا، حيث تؤدي القيمة العالية المعطاة للأداء التعليمي إلى دفع الأطفال لقضاء فترة أطول في المدرسة ومذاكرتهم. وقد أظهر تقرير صدر في العام الماضي[3] عن منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية أن الأشخاص البالغ متوسط عمر الفرد فيهم 15 عامًا في شنجهاي يمضون الآن 14 ساعة أسبوعيًّا في أداء الواجبات المنزلية، مقارنة بخمس ساعات يمضيها أمثالهم في المملكة المتحدة، وست ساعات في الولايات المتحدة.

وقد وثّق الباحثون ـ باستمرار ـ ارتباطًا قويًّا بين مقاييس التعليم، وانتشار الحسَر. ففي التسعينات ـ على سبيل المثال ـ وجدوا أن الصِّبْيَة المراهقين في إسرائيل الذين يدرسون في يشيفا (حيث يمضون أيامهم في دراسة النصوص الدينية) كانت معدلات الحسَر لديهم أعلى بكثير منها لدى الطلاب الذين أمضوا وقتًا أقل مع كُتُبهم[4]. وعلى المستوى البيولوجي، بدا من المعقول أن العمل اللصيق المستمر قد يغيّر نمو مقلة العين في محاولتها للتلاؤم مع الضوء الوارد، وتركيز الصور القريبة على الشبكية مباشرة.

وعلى الرغم من جاذبية الفكرة، إلا أنها لم تصمد. ففي وقت مبكر من العقد الأول من القرن الحالي، عندما بدأ الباحثون في دراسة سلوكيات معيّنة، مثل عدد الكتب المقروءة في أسبوع، أو عدد ساعات القراءة، أو استخدام الكمبيوتر، لم يبدُ أن أيًّا منها مساهم رئيس في إمكانية الإصابة بالحسَر[5]، ولكنْ هناك عامل آخر ثبت دوره. ففي عام 2007، أبلغ دونالد موتي وزملاؤه في كلية البصريات في جامعة ولاية أوهايو في كولومبوس عن نتائج الدراسة التي تتبَّعت أكثر من خمسمائة طفل، تتراوح أعمارهم بين ثماني وتسع سنوات في ولاية كاليفورنيا، هؤلاء الأطفال في بداية حياتهم كانت لديهم رؤية سليمة[6].

«كفكرة لاحقة في ذلك الوقت، سألنا عن الرياضة والأمور الأخرى التي يمارسونها خارج المنزل».

ودرَس الفريق الطريقة التي أمضى بها الأطفال أيامهم، و«كفكرة لاحقة في ذلك الوقت، سألنا عن الرياضة والأمور الأخرى التي يمارسونها خارج المنزل»، حسب قول موتي.

كان من الجيد أنهم مارسوا أشياء كهذه. وبعد خمس سنوات، أصيب واحد من كل خمسة أطفال بالحسَر، وكان العامل البيئي الوحيد الذي ارتبط بقوة مع إمكانية الإصابة هو الوقت المقضِيّ خارج البيت[6]. تعلّق موتي بأننا «كنا نظن أن النتيجة كانت غريبة... لكنْ بدأت الأمور تتضح كلما واصَلْنا إجراء التحليلات». بعد ذلك بعام، توصَّلت روز وزملاؤها إلى الاستنتاج نفسه تقريبًا في أستراليا[7]. وبعد دراسة أكثر من أربعة آلاف طفل في مدارس سيدني الابتدائية والثانوية لمدة ثلاث سنوات؛ وجدوا أن الأطفال الذين أمضوا وقتًا أقل خارج البيت كانوا أكثر عرضة للإصابة بالحسَر.

حاول فريق روز استبعاد أي تفسيرات أخرى لهذه العلاقة ـ وليكن مثلًا أن الأطفال في الهواء الطلق كانوا أكثر انهماكًا بمزيد من النشاط البدني، وكان هذا تأثيره مفيدًا. أما الوقت المقضِيّ في الرياضة المنزلية، فلا يرتبط بعلاقة وقائية كهذه، على عكس الوقت المقضي في الهواء الطلق ـ سواء أمضاه الأطفال يمارسون الرياضة، أم في التنزه، أو بمجرد القراءة على الشاطئ. فالأطفال الذين قضوا وقتًا أطول خارج البيت لم يقضوا بالضرورة وقتًا أقل مع الكتب، وشاشات الكمبيوتر والعمل الدقيق. «فكان لدينا هذه المجموعة من الأطفال الذين كانوا يقومون بكلا النشاطين على مستويات عالية جدًّا، ولم يصابوا بالحسَر»، كما تقول روز. وقد يكون للعمل الدقيق بعض التأثير، ولكن ما بدا أنه الأكثر أهمية كان تعرُّض العين للضوء الساطع.

انظر إلى الضوء

يعتقد بعض الباحثين أن البيانات التي تدعم العلاقة الموضحة أعلاه بحاجة إلى أن تكون أكثر قوة. فقد قدّرت غالبية الدراسات الوبائية الوقتَ الذي يمضيه الأطفال في الهواء الطلق، استنادًا إلى الاستبيانات، إلا أن كريستسن وايلدسوت، الباحثة في طب العيون في جامعة كاليفورنيا ببيركلي، تقول إن التعامل مع هذه البيانات يجب أن يتم بحذر. وفي دراسة تجريبية صغيرة على أدوات استشعار الضوء التي يمكن ارتداؤها[8]، وجدت أن تقديرات الناس كثيرًا ما لا تتطابق مع تعرُّضهم الفعلي للضوء. ويتساءل إيان فلتكروفت، المتخصص في إصابات الحسَر في مستشفى الأطفال الجامعي في دبلن، عمّا إذا كان الضوء هو العامل الرئيس الواقي أثناء الوجود في الهواء الطلق، أم لا، ويقول إن مشاهدة الأجسام الأبعد في الخارج قد تؤثر على تطور الحسَر أيضًا، ومن ثم يرى أن «الضوء ليس العامل الوحيد، واعتباره هكذا في التفسير يشكل تبسيطًا صارخًا لعملية معقدة».

مع ذلك.. تدعم التجارب على الحيوانات فكرة أن الضوء هو العامل الواقي. فقد أظهره الباحثون للمرة الأولى في الدجاج، باستخدام النموذج المختبري الشائع لدراسة الرؤية. فبوضع نظارات تغيِّر درجة وضوح الصور الواردة على عيون الدجاج وتباينها، يمكن زيادة احتمال تطور الحسَر في أثناء فترة نمو الطيور تحت ظروف خاضعة للرقابة، يتم فيها تغيير كثافة الضوء فقط. وفي عام 2009، أظهر كل من ريجان آشبي، وآرني أولندورف، وفرانك شافل من معهد أبحاث العيون في جامعة توبنجن الألمانية، أن مستويات الإنارة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

العالية ـ المماثلة لتلك الموجودة في الأماكن المفتوحة ـ سببت تباطؤ تطور الحسَر في تجربة الدجاج بنحو 60%، مقارنةً بظروف الإضاءة العادية في الأماكن المغلقة[9]. وقد وجد الباحثون في أماكن أخرى نتائج واقية مماثلة في ذبابة الشجر، وقرود ريسوس[10].

ما كان العلماء بحاجة إليه حقًّا هو الآلية: (شيء ما يفسر كيف يستطيع الضوء الساطع أن يقي من الحسَر). وتقول فرضية رائدة إن الضوء يحفز إطلاق الدوبامين في الشبكية، وهذا الناقل العصبي بدوره يمنع استطالة العين في أثناء فترة النموّ. ومرة أخرى، تتوصل إلى أفضل دليل على فرضية «الضوء وإفراز الدوبامين» من تجربة الدجاج. ففي عام 2010، أوضح آشبي، وشافل أن حقن عقار مثبط للدوبامين، يُدعى سبيبيرون، في عيون الفراخ يمكنه إلغاء التأثير الواقي للضوء الساطع[11].

يتم إنتاج الدوبامين في شبكية العين عادة وفق دورة يومية، تنشط خلال النهار، وتطلب من العين التحول من الرؤية الليلية، إلى الرؤية المخروطية، وهي الرؤية النهارية. ويظن الباحثون الآن أن هذه الدورة في ظلّ الإضاءة الخافتة (الإضاءة النمطية في الأماكن المغلقة) تتعطل، وتكون لها عواقب على نمو العين. «إذا لم يتعرض نظامنا لكمية يومية كافية من ضوء النهار؛ فستخرج الأمور عن السيطرة ... ويصبح النظام صاخبًا بعض الشيء، وهذا يعني أنه سينمو حسب أسلوبه العشوائي الخاص».

وقت في الهواء الطلق

بناء على دراسات علم الأوبئة، يقدّر إيان مورجان، الباحث في إصابات الحسَر في الجامعة الوطنية الأسترالية في كانبيرا، أن الأطفال في حاجة إلى قضاء حوالي ثلاث ساعات يوميًّا تحت مستويات إضاءة قدرها 10,000 لُوكْس (وحدة الإضاءة في النظام الدولي) على الأقل؛ لوقايتهم من الحسر. هذه الإضاءة تعادل الإضاءة التي يختبرها شخص يجلس تحت شجرة ظليلة، مرتديًا نظارات شمسية، في يوم صيفي مشرق. (يمكن لليوم الغائم أن يوفر أقل من 10,000 لُوكْس، والإضاءة الجيدة في المكتب أو الصف الدراسي لا تزيد عادة عن 500 لُوكْس). لذا.. فإن قضاء ثلاث ساعات أو أكثر يوميًّا في الهواء الطلق هو بالفعل القاعدة بالنسبة لأطفال في بلد مورجان الأم، أستراليا، حيث يعاني 30% فقط من الشبان في عُمْر 17 عامًا تقريبًا من الحسَر. وفي أجزاء كثيرة من العالم ـ منها الولايات المتحدة، وأوروبا، وشرق آسيا ـ كثيرًا ما يمضي الأطفال ساعة أو اثنتين فقط في الهواء الطلق.

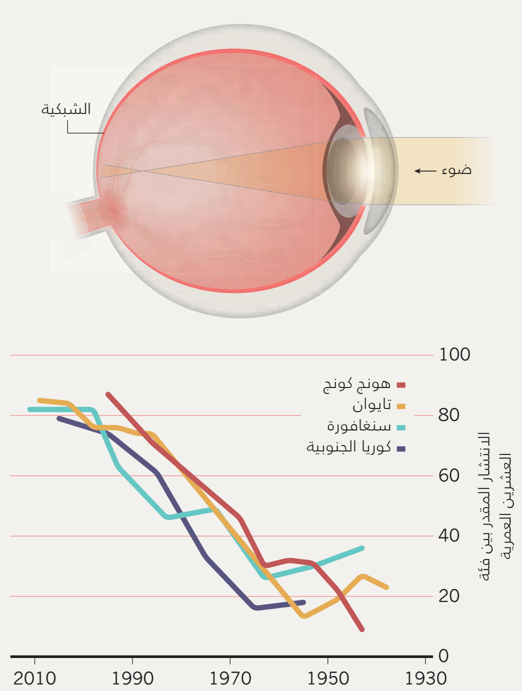
في عام 2009، أعدّ مورجان لاختبار ما إذا كانت زيادة الوقت في الهواء الطلق من شأنها أن تساعد على حماية بصر الأطفال الصينيين، أم لا. وقام فريق من مركز تشونجشان للعيون (حيث يعمل مورجان أيضًا) بإطلاق تجربة مدتها ثلاث سنوات، أضافوا خلالها حصة دراسية في الهواء الطلق، مدتها 40 دقيقة، إلى نهاية اليوم الدراسي لمجموعة من الطلاب في عمر السادسة والسابعة من ست مدارس، أُختيرت عشوائيًّا في جوانزو؛ بينما لم يطرأ أي تغيير على برامج الأطفال في ست مدارس أخرى، وكانوا بمثابة المدارس المقيدة بالضوابط. ومن بين التسعمائة طفل الذين حضروا الحصة الدراسية الخارجية، أصيب 30% بالحسر عندما شارفوا على التاسعة أو العاشرة من عمرهم، مقارنةً بنسبة 40% ممن كانوا في المدارس المقيدة بالضوابط. ويجرى إعداد هذه الدراسة للنشر.

وفي مدرسة في جنوب تايوان، وجدنا سببًا أكثر قوة، حيث طُلب من المدرسين إرسال الأطفال إلى الهواء الطلق طيلة الثمانين دقيقة المخصصة للراحة، بدلًا من منحهم خيار البقاء في الداخل. وبعد سنة واحدة، شخّص الأطباء إصابة 8% فقط من الأطفال بالحسر، بينما بلغت النسبة 18% في مدرسة قريبة[12]. يجد مورجان دعمًا في النتائج الأولية، لكنه يعتقد أنه يستطيع التوصل إلى ما هو أفضل. ويقول: «لدينا دليل على المبدأ القائل إن زيادة الوقت الذي يقضيه الأطفال في الهواء الطلق مفيدة فعلًا. والسؤال الآن، كيف يمكننا تطبيق هذا الأمر عمليًّا بمستوى يحقق تأثيرًا واضحًا؟» ويدرك مورجان أن مدارس عديدة لا تمتلك المرونة لتخصّص وقتًا في الهواء الطلق. لذا.. بدأ في العام الماضي ـ بالتعاون مع كونجدون ـ بتجريب فكرة التدريس للأطفال في فصول دراسية زجاجية؛ للسماح بدخول المزيد من الضوء الطبيعي. و«تتميز فكرة الفصول الدراسية الزجاجية بالقابلية للتطبيق إلى حدّ بعيد في مساحات واسعة من الصين»، وفقا لقول كونجدون.

وتشير روز إلى أن قضاء مزيد من الوقت في الهواء الطلق «لابد أن يُطلب عن طريق المدارس، لأن دفع الآباء والأمهات للقيام بهذا طواعية أمر شديد الصعوبة». وقد لمست ساو وزملاؤها هذا عندما جرّبوا تطبيق برنامج مدته 9 أشهر لتوعية الآباء في سنغافورة حول أهمية قضاء وقت في الهواء الطلق؛ للوقاية من الحسَر. واتخذوا خطوات مدروسة، ونظموا أنشطة للعائلات لتمضية العطلة الأسبوعية في الهواء الطلق، وعرضوا حتى جوائز نقدية نظير التعاون. ومع نهاية التجربة، لم يختلف الوقت الذي أمضاه هؤلاء في الهواء الطلق إحصائيًّا عن ذلك الذي أمضته المجموعة المقيدة بالضوابط، دون أن يجربوا حملة من هذا القبيل[13].

تطور مرض قصر النظر

شهدت دول شرق آسيا ارتفاعًا حادًّا في قصر النظر على مدى الخمسين عامًا الماضية. تحدث هذه الحالة بسبب استطالة طفيفة في المُقلة، مما يعني أن الضوء يتركز أمام الشبكية قليلًا، بدلًا من أن يتركز عليها.



SOURCE: IAN MORGAN, AUSTRALIAN NATL UNIV.

في بعض الأماكن، لا يتمكن الأطفال من الحصول على أي كمية إضافية من الضوء في الهواء الطلق، حيث إن عددًا قليلًا جدًّا من الساعات مخصص لهم في ضوء النهار، أو إن الشمس قاسية جدًّا، أو إن البرد شديد جدًّا. وتشير الأبحاث المجراة على الحيوان[10] إلى أن الأضواء الداخلية القوية يمكن أن تقدّم الحل البديل. فالعلب الضوئية التي تباع حاليًّا لعلاج الاضطرابات العاطفية الموسمية مثلًا، يمكن أن تعطي إنارة تصل شدتها إلى 10,000 لُوكْس، ولكن لم يتم اختبار تأثيرها على الحسَر على نطاق واسع في البشر.

في الوقت نفسه، استمر الباحثون يعملون على إيجاد طرق لمنع تدهور الإصابة بالحسَر. وقد طوَّرت سانكاريدج وزملاؤها نظارات وعدسات لاصقة خاصة؛ يمكنها تغيير نمو العين عن طريق تركيز الضوء الوارد من الصور البعيدة عبر حقل الرؤية بأكمله، بدلًا من تركيزه في المركز فقط، كما تفعل العدسات القياسية. وقد أظهرت مجموعات بحثية أخرى أن استخدام قطرات العين التي تحتوي على الأتروبين، العقار المُحْصِر للناقل العصبي، كل ليلة قد يساعد أيضًا على التحكم في تطور الإصابة بالحسَر[14]، رغم أن الآلية لا تزال غير واضحة. وتقول سانكاريدج: «نريد أن نتبع نهجًا شاملًا» في معالجة الحسَر.

ومع ذلك.. لا تتمتع قطرات العين وصناديق الضوء بدرجة القبول التي تنطوي على إرسال الأطفال للعب في الهواء الطلق، والتمتع بالكثير من المزايا الأخرى إلى جانب فائدتها للعيون. تقول روز «إن هذه الفكرة ـ على الأرجح ـ تزيد أيضًا من النشاط البدني، مما يقلل احتمالات البدانة، ويحسّن المزاج... ولا أستطيع أن أرى عائدًا منها سوى النجاح، كما أنها مجانية».

منذ أكثر من قرن، قدّم هنري إدوارد جولر، جراح العيون البريطاني الشهير، نصيحة مماثلة. وفي عام 1904، ألّف دليلًا في علم طب العيون وممارسته *A Handbook of Ophthalmic Science and Practice*، وكتب أنه عندما «يصبح الحسَر أمرًا ثابتًا؛ فيجب أن نَصِفَ للمريض ضرورة تغيير الجوّ.. كالذهاب في رحلة بحرية إن أمكن». كما يشير وايلسوت: «استغرقنا مئة سنة، كي نعود لنرى ما كان يعتقده الناس من أمر الحسَر». ■

إيلي دولجين كاتب علمي في سمرفيل، ماساتشوستس.

1. Sorsby, A. & Leary, G. A. *Refraction and its components in twins.* Special Report Series no. 303 (Medical Research Council, 1962).
2. Young, F. A. *et al. Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.* **46,** 676–685 (1969).
3. Salinas, D. *Does Homework Perpetuate Inequities in Education?* (OECD, 2014). Available at http://doi.org/2sd
4. Zylbermann, R., Landau, D. & Berson, D. *J. Pediatr. Ophthalmol. Strabismus* **30,** 319–322 (1993).
5. Saw, S. M., Carkeet, A., Chia, K. S., Stone, R. A. & Tan, D. T. *Ophthalmology* **109,** 2065–2071 (2002).
6. Jones, L. A. *et al. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* **48,** 3524–3532 (2007).
7. Rose, K. A. *et al. Ophthalmology* **115,** 1279–1285 (2008).
8. Alvarez, A. A. & Wildsoet, C. F. *J. Mod. Opt.* **60,** 1200–1208 (2013).
9. Ashby, R., Ohlendorf, A. & Schaeffel, F. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* **50,** 5348–5354 (2009).
10. Siegwart J. T., Ward, A. H. & Norton, T. T. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* **53,** 3457 (2012).
11. Ashby, R. S. & Schaeffel, F. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* **51,** 5247–5253 (2010).
12. Wu, P.-C., Tsai, C.-L., Wu, H.-L., Yang, Y.-H. & Kuo, H.-K. *Ophthalmology* **120,** 1080–1085 (2013).
13. Ngo, C. S. *et al. Ophthalmic Physiol. Opt.* **34,** 362–368 (2014).
14. Chia, A. *et al. Ophthalmology* **119,** 347–354 (2012).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تعليقات





ABBIE TRAYLER-SMITH/PANOS PICTURES

امرأة من الطوارق تحمل المياه عبر عاصفة رملية في دولة مالي، التي يضربها الجفاف.

وضْع العنصر البشري في قلب إدارة المخاطر العالمية

يشير **جان ويليم إريسمان** وزملاؤه إلى أهمية التركيز على الفرد؛ لتقييم التهديدات المتشابكة، وبناء خطط التحصين ضد الكوارث عالميًّا.

تغير العولمة من طبيعة المخاطر، حيث في ظلها تترابط النظم الطبيعية والاجتماعية ترابطًا محكمًا، بداية من المناخ، حتى الطاقة، والغذاء، والمياه، والاقتصاد. وأيّ تغيرات مفاجِئة في هذه النظم تترك تأثيرات متراكمة على النظم الأخرى. ففيضانات تايلاند في عام 2010 ـ على سبيل المثال ـ أدّت إلى نقص عالمي في أقراص الحاسوب الصلبة، بعد أن أُغلقت المصانع، فضلًا عن حجم الخسائر المادية التي تزيد عن 330 مليون دولار، والخسائر البشرية التي تبلغ 250 حالة وفاة تقريبًا.

ويتزايد على مستوى العالم تعرُّض العنصر البشري والأصول المالية للمخاطر. ففي الفترة من 1980حتى 2012، ارتفعت الخسائر الاقتصادية السنوية التي خلَّفتها الكوارث البيئية لما يزيد على سبعة أضعاف، حيث قفزت من 20 مليار إلى 150 مليار دولار سنويًّا[1].

مع ذلك.. تتجاهل غالبية دراسات تقييم المخاطر التهديدات المترابطة[2,3]. ويتناول التقرير السنوي للمخاطر العالمية ـ الصادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي ـ المخاطر تناولًا نوعيًّا من منطلق آراء الخبراء[4]، لكن لا تزال التوقعات العالمية تتسم بالتناول الجزئي، وبعدم الوضوح الشديد الذي لا يسمح بتوجيه الأفراد، أو المنظمات، أو البلديّات، أو الدول.

إضافة إلى ذلك.. تهمِل تقارير المخاطر الآثار الجماعية للاختيارات الشخصية[3]. على سبيل المثال.. يؤدي تناول المزيد من اللحم البقري إلى إزالة الغابات، وفقدان التنوع البيولوجي في منطقة الأمازون؛ وتتسبب السدود المحلية المولِّدة للطاقة الكهرومائية أو ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية





تزداد المخاطر والخسائر العالمية، نتيجة حالات الطقس المتطرفة، التي كان من بينها ما حدث من فيضانات في تايلاند في عام 2010، وانهيارات في مجال الزراعة، كالتدمير الذي حدث للمحاصيل في مدغشقر، بسبب الجراد.

RIGHT: PORNCHAI KITTIWONGSAKUL/AFP/GETTY; LEFT: BILAL TARABEY/AFP/GETTY

◀ المخزّنة للمياه في تحوُّل تدفُّق الرواسب إلى المناطق الساحلية الخصبة؛ كما يؤثر انتقال العنصر البشري من الريف إلى المدن على أنظمة المياه والغذاء والمناخ والطاقة في جميع أنحاء الكوكب.

من ثم، صار من الضروري فهم طبيعة المخاطر المترابطة، لتحقيق الأهداف الإنمائية المستدامة للأمم المتحدة، التي سيجري تحديدها خلال هذا العام[5]، والأهداف الإنمائية المقترَحة مجموعها سبعة عشر هدفًا، وتتسم بالترابط والتداخل. فتشجيع استخدام الطاقات المتجددة والوقود الحيوي لمواجهة التغير المناخي ـ على سبيل المثال ـ يؤثر أيضًا على إنتاج الغذاء، وعلى موارد المياه.

اهتمام كبير

نقترح النهج القائم على النظم في قياس كَمّ المخاطر، الذي يوحِّد الاستجابات الفردية، ويأخذ في الاعتبار انتقال المعلومات وآليّات المراجعة والتقييم عبر الشبكات (انظر: «ضمان السلامة»). هذا النهج ييسر بأسلوب تضييق النطاق ـ جغرافيًّا، واقتصاديًّا، واجتماعيًّا ـ بحيث يمكن جعل النظم الرئيسة والسلوكيات الفردية أكثر استدامة وصمودًا.

تعتمد الأساليب الحالية لتقييم مخاطر التغيرات العالمية على النهج التنازلي، وتستهدف المؤثرات الفردية الضاغطة، كالمناخ، وتركز أيضًا على المجتمعات، والبِنْيَة التحتية، والقطاعات، والنظم البيئية، والمساحات الأكثر عرضةً للتهميش والمخاطر. وقد بدأ التعامل مع العلاقة بين حالات الطقس المتطرفة وتغير المناخ، لكنْ لم يتناول أحد التأثيرات الكبيرة على تدهور الأراضي، وإنتاج الغذاء والطاقة، وإمدادات المياه، والمخاطر البيئية.

تهدف أطر الحدّ من الكوارث ـ مثل جدول أعمال الأمم المتحدة للتنمية لما بعد عام 2015، الذي تم الاتفاق عليه في شهر مارس الماضي في اليابان ـ إلى تحسين الاستجابات للأحداث السلبية عقب حدوثها، لكن جدول أعمال الأمم المتحدة لا يعزز ـ بشكل عام ـ خطط التحصين ضد الكوارث، كما لا يساعد أصحاب المصلحة ـ مثل المزارعين، أو رؤساء البلديات ـ على إدارة المخاطر المتعددة.

تتسم برامج توعية قطاعات المجتمع بالمخاطر بضيق الأفق. وتفيد الخدمات المناخية قطاعي الزراعة والتأمين حول تغير المناخ، بينما لا يركز الاهتمام الأكاديمي على عملاء الشركات، الذين يريدون بيانات مناخية في صورة منتجات يمكنهم استخدامها في إدارة التعرض لتقلبات السوق، أو ارتفاع أسعار الطاقة، على سبيل المثال.

تبيع «مؤسسة المناخ» في سان فرانسيسكو في ولاية كاليفورنيا للمزارعين أدوات رصد البيانات الطقسية والزراعية ونماذجها. ومع ذلك.. لا تراعي منتجاتها الآثار الأخرى، مثل مخاطر تلوث الهواء والمياه الملازِمة لاستخدام أسمدة النيتروجين[6].

تستهوي مناهج التصدي لمجموعة أكبر من المخاطر العالمية الباحثين وصانعي السياسات، فعلى سبيل المثال.. يحدد مفهوم «حدود الكوكب»[7] نقاط التحول في تسعة نظم أرضية رئيسة (بما في ذلك تغير المناخ، والتنوع البيولوجي، ودورة النيتروجين)، حيث يؤدي تجاوز تلك الحدود إلى تهديد صلاحية الأرض للسكنى. ومن الصعوبة بمكان صياغة الحدود العالمية في أهداف أو استراتيجيات ذات مغزى لشركة، أو مدينة، أو منطقة بعينها.

السؤال المطروح الآن: ما الأسلوب الذي ينبغي على العلماء، وأصحاب شركات التأمين، وصنّاع السياسات وغيرهم من أصحاب المصلحة أن يستخدموه في دمج تقييمات المخاطر عبر النطاقات والضغوط والقطاعات المختلفة؟

المستخدِم أولاً

ينبغي أن تحذو إدارة مخاطر نظام الأرض حذو نظم الرعاية الصحية، التي يتحول فيها التركيز من العلاج الطبي إلى دعم قدرة الناس على التكيف، والإدارة

ضمان السلامة

تعزيز خطط الصمود الشاملة (يمين)، بدلًا من إدارة عديد من المخاطر، كلٍّ على حدة (يسار) أفضل وسيلة لتقليل الآثار الناجمة عن الأحداث السلبية.



التحصين ضد الكوارث

- يعنيها النظام برمّته
- تحقيق السلامة على المدى الطويل
- إدارة غير مباشرة
- ذاتية التنظيم
- تستفيد من التباين
- تسعى لتحقيق التوازن الديناميكي

إدارة المخاطر

- تركِّز على المخاطر، كلٍّ على حدة
- تحقيق الأمن على المدى القصير
- تتطلب تدخلًا مباشرًا
- تحتاج إلى رصد مستمر
- تُزيل التباين
- تسعى لتحقيق التوازن الاستاتيكي

SOURCE: J. TEN NAPEL, F. BIANCHI & M. W. P. BESTMAN IN *INVENTION FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE* 32–53 (2006)

التهديدات المتشابكة

بالإضافة إلى المخاطر المباشرة.. كالجفاف والفيضانات، ينبغي على الأفراد أن يأخذوا بعين الاعتبار في قراراتهم التهديدات بعيدة المدى، مثل تغير المناخ. وإذا تم تقييم المخاطر من المستوى المحلي إلى المستوى العالمي، وكذلك الارتباطات فيما بينها، يمكن للناس ا[illegible]الة؛ لبناء خطط التحصين ضد الكوارث.





SOURCE: J.W.E.

الذاتية[8]. وبصورة جماعية، يعود تأثير الخيارات الفردية على المجتمع، ويساعد على تقليل المخاطر الصحية. ولذلك.. يجب أن تبدأ إدارة المخاطر بالمستخدمين، سواء أكانوا عنصرًا بشريًّا، أم منظمات، أم بلديات، أو دولاً؛ كما ينبغي أن نحدِّد المخاطر، وأن نعطيها الأولوية ضمن دوائر تتسع حول المستخدِم (انظر: «التهديدات المترابطة»)، ابتداءً من المخاطر المحلية وقصيرة الأجل، حتى التهديدات العالمية بعيدة المدى.

ففي قضايا الغذاء ـ على سبيل المثال ـ تتعرض الإمدادات للتهديد، بسبب ارتفاع تكاليف الإنتاج، والنظام البيئي، والمياه، وضعف جودة التربة، وإهدار الموارد الغذائية، وخسائر المغذّيات، وسوء توزيع الغذاء، والفجوة بين المستهلكين والمنتجين. مع ذلك.. يراعي المزارعون المؤشرات الراهنة فقط ـ كتعظيم العائد، وتجنُّب الأمراض، وتقلبات الأسعار على المدى القصير - عندما يقررون طريقة زراعة المحاصيل، وتوقيتها.

من منطلق منهجنا، سيراعي المزارعون أيضًا تغير المناخ، وأسعار الطاقة، والفيضانات، والجفاف، وخدمات النظام الإيكولوجي. ومن ثم، ستصير المضاعفات الاجتماعية والبيئية الكبيرة الناجمة عن القرارات الشخصية أكثر وضوحًا حيال إمكانية استخدام المزيد من الأسمدة أو المبيدات الحشرية، أو التوسع في زراعة التربة، أو ريِّها. وفي جميع أنحاء العالم، يدير 10% من المزارعين 70% من الأراضي الزراعية. لذا.. يمكن لهذه الآثار الجانبية المتولدة عن اختيارات محلية كهذه أن تنتشر انتشارًا واسعًا.

إعادة صياغة جذرية

من الناحية العملية، ينبغي أن يجمع نموذج تقييم المخاطر المرتبطة ما بين الأساليب المعيارية لتقييم المخاطر الفردية (كتلك التي تتلقاها الشركات من المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس)، وآلية لرصد تعقيدات السلوك البشري. إحدى هذه الطرق تتمثل في النمذجة القائمة على العوامل الأساسية[9]، التي تستخدم محاكاة مجموعة من الكيانات الحسابية التي تتفاعل وفقًا لمجموعة من القواعد الرياضية. وقد استُخدمت هذه الطريقة في نمذجة اتجاهات سوق الأسهم، والتدفق المروري، وانتشار الأوبئة.

هناك حاجة إلى تحوُّلين كبيرين، كي نصوغ نموذجًا لشبكة المخاطر العالمية. أولًا، ينبغي أن نعيد صياغة إطار سرد المخاطر، بحيث يصبح الفرد في مركز السرد. ثانيًا، ينبغي أن تصير نمذجة المخاطر ملائمة، كي تُصبح لها بؤرة تركيز أكبر، تجمع ما بين المخاطر البيئية والاجتماعية والاقتصادية عبر نظام الأرض بأكمله.

وينبغي أيضًا أن تتبنى برامج الاستدامة والحدّ من الكوارث ـ التابعة للأمم المتحدة ـ هذا التركيز الذي يضع المستخدِم في قلب الحدث، وأن تعيد توجيه جهودها الحالية. وبالمثل، ينبغي أن يتسع الإطار العالمي لخدمات المناخ ـ الذي تقوده الأمم المتحدة ـ ليشمل قوائم القضايا التي تهمّ الفرد (ويتم جمعها من خلال مِنَصّات، مثل موقع vote.myworld2015.org التابع للأمم المتحدة).

سيتطلب الأمر في منعطف معين تحديد المخاطر ذات الصلة، وتطوير طرق تحليلها معًا. وينبغي أن يقوم بتنسيق هذه البحوث مركز «أرض المستقبل»، وهو مركز عالمي للأبحاث، انطلق عمله هذا العام؛ لتوفير المعرفة والدعم؛ لتسريع التحول إلى عالَم مستدام.

إضافة إلى ذلك.. لا بد من بناء المشارَكات في مختلف التخصصات؛ لتوفير البيانات وأدوات التحليل، وتبادلها. ونحتاج من أصحاب المهن من القطاعين الخاص والعام أن يتعاونوا مع الاقتصاديين، والمهندسين، وعلماء الاجتماع، وخبراء المعلومات، وخبراء الطقس ونظام الأرض.

سوف يكون الاستثمار النابع من المشارَكة بين القطاعين العام والخاص أمرًا ضروريًّا لحشد الموارد اللازمة، ولتعظيم تقبُّل هذا النهج متعدد النطاقات، ولتحفيز الابتكارات في الصناعة، ولضمان تصنيف احتياجات المستخدِم في قلب العملية. ومع تزايد تكلفة الكوارث سنويًّا، أصبح واضحًا الدافع وراء استثمار الحكومات والصناعات في إدارة المخاطر، وخُطَط التحصين ضد الكوارث. ■

جان ويليم إريسمان مدير معهد لويس بولك في دراييبرجن، هولندا. **جاي براشُور** باحث أول في «معهد ماكس بلانك للأرصاد الجوية» في هامبورج، ألمانيا. **فيليبي سيالس** باحث أول في «مختبر علوم المناخ والبيئة»، جامعة فرساي، فرنسا. **نِك فان إيكيرين** باحث أول في معهد لويس بولك في دراييبرجن، هولندا. **توماس تايس** مدير «معهد العلوم والسياسات البيئية»، جامعة إلينوي بشيكاغو، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: j.erisman@louisbolk.nl

1. Guha-Sapir, D., Hoyois, P. & Below, R. *Annual Disaster Statistical Review 2013: The Numbers and Trends* (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2014).
2. Helbing, D. *Nature* **497,** 51–59 (2013).
3. Adger, W. N., Eakin, H. & Winkels, A. *Front. Ecol. Environ.* **7,** 150–157 (2009).
4. World Economic Forum. *Global Risks 2015* (WEF, 2015).
5. Open Working Group of the General Assembly on Sustainable Development Goals. *Open Working Group Proposal for Sustainable Development Goals* (United Nations, 2014).
6. Erisman, J. W., Sutton, M. A., Galloway, J., Klimont, Z. & Winiwarter, W. *Nature Geosci.* **1,** 636–639 (2008).
7. Rockström, J. *et al. Nature* **461,** 472–475 (2009).
8. Huber, M., Knottnerus, J. A., Green L. *et al. Br. Med. J.* **343,** 235–237 (2011).
9. Gilbert, N. *Agent-based Models* (Sage, 2007).



SHUTTERSTOCK

«لا» لتحرير جينات خط الخلايا الجنسية

يحذِّر **إدوارد لانفيير**، و**فيودور أورنوف** وزملاؤهما من الخطورة الكبيرة للتلاعب بالجينات البشرية المتوارثة، ومِن أنّ المنافع العلاجية المتوقَّعَة من ذلك التلاعب قليلة.

مِن المعتقَد أن الدراسات التي تتناول استخدام أدوات التحرير الجينومي لتعديل الحمض النووي للأجنة البشرية ستُنشَر قريبًا[1]. وهناك مخاوف خطيرة بشأن آثارها من ناحية الأخلاقيات، ومن ناحية أمانها، كما أن هناك مخاوف بشأن التأثير السلبي الذي قد يلحق بعمل مهم، وهو استخدام أساليب تحرير الجينوم في الخلايا الجسدية «غير التناسلية».

إننا جميعًا نشارك في تطبيق هذه العملية الأخيرة، حيث ساعد أحدنا ـ واسمه يبدأ بالحرفين (إف. يو.) ـ في تطوير أولى تقنيات التحرير الجيني، التي تُسمى (نيوكليز إصبع الزنك)[2]. ويشغل هذا الشخص منصب باحث أول في الشركة التي تطوِّر هذه التقنيات، وهي شركة «سانجامو بايوساينس»، الكائنة في مدينة ريتشموند بكاليفورنيا. هناك أيضًا «تحالُف الطب التجديدي» ـ الذي انضم إليه إي. إل، وإم. ديبلو، وإس. إي. إتش ـ الذي يُعَدّ منظمة دولية تمثل ما يزيد على مئتي شركة من شركات علوم الحياة، والمعاهد البحثية، والمنظمات غير الربحية، ومجموعات دعم المرضى، فضلًا عن مستثمرين مهتمين بتطوير وسائل العلاج وتسويقها تجاريًّا، بما في ذلك.. وسائل تحرير الجينوم.

قد تطرح تقنيات التحرير الجينومي منهجًا قويًّا لعلاج الكثير من الأمراض البشرية، بما في ذلك فيروس نقص المناعة البشرية (الإيدز)، والناعور، وفقر الدم المَنجلي، فضلًا عن إصابات سرطانية كثيرة[3]. وجميع هذه التقنيات حاليًّا في مختلف مراحل التطور الإكلينيكي تركز على تعديل مادة الخلايا الجسدية الوراثية، مثل الخلايا التائية (وهي نوع من خلايا الدم البيضاء)، وهي ليست مصمَّمة للتأثير على الحيوانات المنوية والبويضات.

من وجهة نظرنا.. قد يؤثر التحرير الجينومي للأجنة البشرية ـ باستخدام التقنيات الحالية ـ في المستقبل بشكل غير متوقَّع على الأجيال القادمة، مما يجعله أمرًا خطرًا ومرفوضًا أخلاقيًّا، حيث من الممكن استغلال مثل هذه الأبحاث لأغراض غير علاجية. ويساورنا القلق من أن موجة الغضب العامة التي سيولِّدها هذا الانتهاك الأخلاقي قد تعوق مرحلة واعدة من التطوير العلاجي، خاصة مرحلة تعديلات الجينات التي لا يمكن وراثتها.

في هذه المرحلة المبكرة، يجب ألّا يوافق العلماء على تعديل الحمض النووي للخلايا التناسلية البشرية.

وإذا ظهرت حجة دامغة تدعم الفوائد العلاجية الناتجة عن التعديلات الجينية في خط الخلايا الجنسية، سنشجع على عقد مناقشة مفتوحة؛ للاتفاق على مسار العمل الملائم.

أدوات التحرير

يهدف تحرير جينوم الخلايا الجسدية البشرية إلى ضبط مسار الطفرات الجينية التي تسبب المرض، أو القضاء عليها. ويفترض أن التعديلات التصحيحية لعدد كافٍ من الخلايا المتسببة في حدوث الطفرات ـ التي ربما تدوم فيها التعديلات الجينية طوال فترة عمر الخلية وسلالتها ـ قد توفِّر علاجًا «وحيدًا وفعّالًا» للمرضى.

و«فنيوكليز إصبع الزنك» ـ على سبيل المثال ـ هو بمثابة بروتينات مرتبطة بالحمض النووي، يمكن هندستها؛ للحث على كسر الشريط المزدوج في جزء من الحمض النووي. ومِثل هذه المقصّات الجزيئية تمكِّن الباحثين من استئصال جين محدد، أو ضبط مسار طفرة جينية، أو دمج امتداد جديد من الحمض النووي في مواقع محددة.

تُجْرِي شركة «سانجامو بايوساينس» فحوصًا ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إكلينيكية؛ لتقييم استخدام التحرير الجينومي «كعلاج وظيفي محتمل» لنقص المناعة البشرية[4]. وهناك أمل في أنْ يمكِّن الحَقْنُ الوريدي للخلايا التائية المعدَّلة المرضى من التوقف عن تناول العقاقير المضادة للفيروسات. ومن المقرر هذا العام أن تبدأ المرحلة الأولى من فحوص مرضى الـ(بيتا ثلاسيميا)، وهو اضطراب وراثي في الدم، ينتج عن إنتاج كميات قليلة من هيموجلوبين الدم.

وتُعَدّ أحدث إضافة لترسانة تحرير الجينوم هي تقنية «كريسبر/كاس9». وهذه التقنية بمثابة نظام مشتَق من البكتيريا، يَستخدم جزيئات الحمض النووي الريبوزي التي تتعرف على تسلسل محدد من الحمض النووي البشري. ويعمل الحمض النووي الريبوزي كدليل إرشادي، يطابق النيوكلييز بمواقع الجينوم البشري المقابِلة. وتتميز هذه التقنية بأنها أبسط أدوات التحرير الجينومي، لأنها تعتمد على اقتران قاعدتي الحمض النووي الريبوزي بالحمض النووي، بدلًا من هندسة البروتينات التي ترتبط بتتابع خاص من الحمض النووي.

«ربما يكون من المستحيل معرفة التأثيرات الدقيقة للتعديلات الجينية للجنين، حتى بعد الولادة».

وَسَّعَت تقنية «كريسبر» من دائرة الأبحاث المعنية بالتحرير الجينومي. ومع ذلك.. لا يمكننا تخيُّل أن استخدامها في الأجنة البشرية سيوفر فوائد علاجية أكثر من الطرق الحالية أو المستقبلية. وسوف يكون من الصعب السيطرة على العدد المضبوط للخلايا المعدَّلة. وزيادة جرعة النيوكلييز المستخدمة سوف تزيد من احتمال تصحيح الجين المتحوِّر، لكنها أيضًا ستزيد خطر القطع في أماكن أخرى في الجينوم.

في جنين ما، قد لا يقطع النيوكلييز النسختين من الجين المستهدف، أو قد تبدأ الخلية في الانقسام قبل اكتمال التصحيحات، مما يؤدي إلى الفسيفساء الجينيّة. والدراسات التي أجراها الباحثون باستخدام تحرير الجينات في حيوانات معينة، مثل الفئران[5]، والماشية[6]، والأغنام[7] والخنازير[8]، تشير إلى أنه من الممكن حذف جينات الجنين، أو تعطيلها، وهي عملية أبسط من التصحيح الفعلي لتسلسل الحمض النووي، في بعض الخلايا فقط.

والقدرة الحالية على تطبيق ضوابط الجودة على مجموعة فقط من الخلايا تعني أنه من المستحيل معرفة التأثيرات الدقيقة للتعديلات الجينية للجنين، حتى بعد الولادة. وحتى بعد ذلك، قد لا تظهر المشكلات المحتمَلة لعدة سنوات. ومن ثم، تبقى الطرق المستخدمة، كالتشخيص الجيني المعياري قبل الولادة، أو عمليات طفل الأنابيب مع التنميط الجيني للأجنة قبل الزرع، اختيارات أفضل بكثير للأبوين اللذين يحمل كل منهما الطفرة ذاتها المسبِّبة للمرض.

قضية قانونية

إنّ سلامة المرضى هي الأمر الأكثر أهمية في حجج المناهضين للتلاعب في خط الخلايا الجنسية (عبر خلايا البويضة والحيوانات المنوية). وإذا تكوَّن جنين فسيفساء، قد يحمل خط الخلايا الجنسية للجنين التعديلات الوراثية، أو لا يحملها. وباستخدام تقنية «كريسبر/كاس9» في الأجنة البشرية، سيصبح من الممكن إجراء تعديلات في خط الخلايا الجنسية البشري. أما الاستخدامات المبرَّرة فلسفيًّا لهذه التكنولوجيا ـ إذا افترضنا تواجد أيٍّ منها ـ فستظل موضوعًا مفتوحا للنِّقاش، إلى أن يصبح من الممكن إظهار نتائج آمنة، والحصول على بيانات استنساخية على مدى أجيال متعددة.

وبسبب هذه المخاوف ـ ناهيك عن أسباب أخلاقية خطيرة ـ عرقلت عدة دول، بل حظرت، هذا النوع من الأبحاث قبل عشر سنوات من تأكيد جدوى تقنية التعديلات الجينومية في خط الخلايا الجنسية للفئران في عام 2009[9]. واليوم، هناك ما يقرب من أربعين دولة لا تشجع استخدام هذا التطبيق، وتحظره.

وهناك دول كثيرة لا تمتلك تشريعات مباشرة تسمح بتطبيق الهندسة الوراثية على البشر، أو تحظره، حيث إن هذه الأبحاث تصنَّف تحت جدول الأبحاث التجريبية، وليس العلاجية (انظر: go.nature.com/uvthmu). أمّا في الدول المُشَرِّعة فيها سياسات تعديل الجينات الوراثية المتوارثة، فقد حظرها المسؤولون بموجب القانون، أو تدابير أخرى.. أثَّرْها نافِذ كقوة القانون.

يتجلى هذا الإجماع في محيط أوروبا الغربية، حيث إن خمس عشرة دولة من أصل اثنتين وعشرين قد حظرت تعديل جينات خط الخلايا الجنسية[4]. ورغم ذلك.. لم تحظر الولايات المتحدة الأمر رسميًّا، ولكن صدر عن اللجنة الاستشارية المعنية بالحمض النووي المؤتلف ـ التابعة لمعاهد الصحة الوطنية في أمريكا ـ تصريح، مفاده أنها «لن تستقبل حاليًّا أي اقتراحات لإجراء تعديلات جينية في خط الخلايا الجنسية»، (انظر: go.nature.com/mgscb2).

وبشكل عام، يجب على الباحثين الذين يريدون البحث في الاستخدامات الإكلينيكية للخلايا الجسدية المعدَّلة وراثيًّا أن يحصلوا على موافقة صريحة من الأشخاص. وفي الولايات المتحدة، يحدث هذا تحت رقابة إدارة الغذاء والدواء، ووزارة الصحة والخدمات الانسانية. أمّا على مستوى الأبحاث التي تنطوي على التعديلات الوراثية لخط الخلايا الجنسية، فما زال الموقف غامضًا حيال المعلومات التي قد يحتاجون إلى الحصول عليها؛ كي يبصِّروا الآباء بكافة المخاطر المحتملة، التي سوف تشمل الأجيال المستقبلية.

يعارض الكثيرون إجراء تعديلات وراثية في خط الخلايا الجنسية، بحجة أن الموافقة على استخدامها في تدخلات علاجية غامضة قد يجرُّنا إلى طريق التحسينات الجينية غير العلاجية. ولا شك أن هذه المخاوف تقلقنا جميعًا.

حوار لا مفر منه

منذ 10 سنوات، دعا مركز علم الوراثة والسياسة العامة ـ الكائن حاليًّا في واشنطن العاصمة ـ أكثر من ثمانين خبيرًا من الولايات المتحدة وكندا؛ لبحث العواقب العلمية للتعديلات الوراثية في خط الخلايا الجنسية البشري. والآن، ومع ظهور القدرة على هندسة خط الخلايا الجنسية وراثيًّا، نحث المجتمع العلمي الدولي على المشاركة في مثل هذا النوع من الحوار. وهذا مطلوب.. لتحديد كيفية المضي قدمًا في الوقت الراهن، فضلًا عن إجراء تقييم تحت أي ظروف عمّا إذا كان صحيحًا إجراء أبحاث مستقبلية ـ إن وُجدت ـ عن التعديلات الوراثية في خط الخلايا الجنسية، أم لا. ويجب أن تشمل مثل هذه المناقشات عامة الناس، والخبراء، والأكاديميين.

هناك سابقة قانونية ممتازة تناولت ظهور قدرات علمية جديدة، وتشكَّلت من جلسات استماع، ومشاورات، وتقارير، شارك فيها علماء، وباحثو أخلاقيات علم الأحياء، ومشرِّعون، وجمهور من عامة الناس. وهذه السابقة القانونية سبقت قرار حكومة الولايات المتحدة المعنِيّ بتقنين نقل الحمض النووي للميتوكوندريا في شهر فبراير. ولا شك أننا لا نقارن بين عمليتي استبدال حمض نووي سليم من أنثى متبرعة بالحمض النووي الخاطئ في ميتوكوندريا بويضة أو جنين، واستخدام تحرير الجينوم في الأجنة البشرية. أما في نقل الميتوكوندريا، فالهدف هو منع الأمراض المهدِّدة للحياة باستبدال جزء معروف وضئيل من المحتوى الجيني الكلي.

إن مفتاح كل النِّقاشات والبحث المستقبلي هو التمييز الواضح بين تحرير الجينوم في الخلايا الجسدية وخلايا خط الخلايا الجنسية. والتوقف الطوعي عن ممارسة النشاط في المجتمع العلمي قد يكون طريقًا فعّالًا؛ لإحباط التعديلات الجينية في خط الخلايا الجنسية، ولزيادة مستوى الوعي العام؛ لإدراك الفرق بين هاتين التقنيّتين. أمّا المخاوف المشروعة بخصوص السلامة والتأثيرات الأخلاقية، فيجب ألّا تعوق التقدم الملحوظ في التطور الإكلينيكي لمناهج مِن المحتمَل أن تعالج أمراضًا فتّاكة. ■

إدوارد لانفير رئيس شركة «سانجامو بايوساينس» في مدينة ريتشموند بكاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية، ورئيسها التنفيذي؛ ورئيس «تحالف الطب التجديدي» في واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية. **فيودور أورونوف** باحث أول في شركة «سانجامو بايوساينس» في مدينة ريتشموند، بولاية كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية. **سارة إيلن هيكر** مديرة أقسام التكنولوجيا في «تحالف الطب التجديدي» في واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية. **مايكل ويرنر** المدير التنفيذي لتحالف الطب التجديدي في واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية. **جوانا سمولنسكي** طالبة دكتوراة في علم الفلسفة بمركز الدراسات العليا لجامعة مدينة نيويورك، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: lanphier@sangamo.com

1. Regalado, A. *MIT Tech. Rev.* http://go.nature.com/2n2nfl (2015).
2. Urnov, F. D., Rebar, E. J., Holmes, M. C., Zhang, H. S. & Gregory, P. D. *Nature Rev. Genet.* **11,** 636–646 (2010).
3. Carroll, D. *Annu. Rev. Biochem.* **83,** 409–439 (2014).
4. Tebas, P. *et al. N. Engl. J. Med.* **370,** 901–910 (2014).
5. Yoshimi, K., Kaneko, T., Voigt, B. & Mashimo, T. *Nature Commun.* **5,** 4240 (2014).
6. Heo, T. Y. *et al. Stem Cells Dev.* **24,** 393–402 (2015).
7. Han, H. *et al. Front. Agr. Sci. Eng.* **1,** 2–5 (2014).
8. Kang, Q. *et al.* in *Proc. 10th World Congr. Genet. Appl. Livestock Prod.* http://go.nature.com/6mtz2d (2014).
9. Geurts, A. M. *Science.* **325,** 433 (2009).

يصرح المؤلفون بتضارب مصالح مالية. ولمزيد من التفاصيل، انظر: go.nature.com/plkopd.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


KEVIN FRAYER/GETTY

الصين تحطم الأرقام القياسية في تركيب الألواح الشمسية، على الرغم من أن معظم الطاقة التي تستهلكها من الفحم.

علم الاستدامة

حشْــد الإمكانيــات

يستمتع **ديف جريجز** بتحليل جيفري ساكْس للسياسات والممارسات الأساسية من أجل مستقبل أفضل للشعوب وكوكب الأرض.

بَزَغَت شمس التنمية المستدامة دوليًّا في عام 1972 كمفهوم وممارسة، بالتزامن مع انعقاد مؤتمر الأمم المتحدة المعنِيّ بالبيئة البشرية. وبعد مرور أربعة عقود، وفي العام الذي كان مقررًا فيه أن تحدد الأمم المتحدة أهدافها للتنمية المستدامة، كان مفهوم التنمية المستدامة لا يزال مفهومًا مبهمًا. يقدِّم جيفري ساكْس في كتابه «عصر التنمية المستدامة» *The Age of Sustainable Development* شرحًا يجعل هذا المفهوم أكثر وضوحًا. ومن وجهة نظري، يُعتبَر هذا الكتاب من أفضل ما كُتب عن التنمية المستدامة على الإطلاق، من حيث دقة المادة العلمية، وشموليتها.

المؤلف، جيفري ساكْس، عالِم اقتصاد شهير، ومفكر رائد في التنمية المستدامة، ومن كبار مستشاري الأمم المتحدة. والكتاب في قوامه يَعتمد على دورة تعليمية ممتازة، قدَّمها مجانًا عبر الإنترنت، وتحمل الاسم ذاته.

يعرِّف ساكْس التنمية المستدامة بأنها «استراتيجية، أو رؤية موحدة»، تهدف إلى حل مشكلات عالمية، مثل التغير المناخي، من خلال الأهداف البيئية والاقتصادية والاجتماعية، فضلًا عن الحُكم الرشيد. ويوضح ساكْس أنه عِلْم تتداخل فيه نظم معقدة، كالاقتصاد العالمي، ومنظومة الأرض، والسياسات، والتفاعلات الاجتماعية، مثل شبكات الدعم، ووسائل الإعلام الاجتماعية.

كان يُنظر إلى التنمية المستدامة في السابق على أنها مشكلة تخص البلدان النامية فقط، ويمكن حلّها من خلال النمو الاقتصادي، كنتيجة ثانوية من ثماره، ولكن لا توجد دولة استطاعت إخراج نفسها من الفقر، دون استغلال الوقود الحفري، الذي تؤدي انبعاثاته إلى تغيُّر المناخ وزيادة التلوث، أو دون استخدام الأسمدة المعتمِدة على النيتروجين، التي تؤدي إلى ازدهار الطحالب. وقد عانت الدول الأكثر ثراءً من مشكلات عشوائية نمو الأراضي والموارد، وكان ذلك من عوامل فقدان التنوع البيولوجي. وبهذا المفهوم، أصبحت التنمية المستدامة أمرًا حيويًّا لجميع الدول؛ لا غِنَى عنه.

يقرّ ساكْس مزايا النمو الاقتصادي، مستشهدًا بالصين، التي حققت أكبر تحول اقتصادي في التاريخ، حيث انخفض معدل الفقر المدقع بين سكانها من 84% في عام 1981 إلى 12% فقط في عام 2010. ومع ذلك.. يوضح ساكْس في الوقت نفسه قيود النمو، من خلال التحديات التي لا تزال تؤثر على مليارات البشر، ابتداءً من قضايا الفقر، حتى الأمن الغذائي. وشرح ساكْس بعض الأسباب التي أوصلتنا إلى ما نحن عليه الآن، مسلِّطًا الضوء على العوامل الاقتصادية والاجتماعية التي تُبْقِي على الوضع الراهن، أو



عصـر التنميـة المسـتـدامـة
جيـفـري سـاكْس
مطبـعـة جـامـعـة كولومبيـا: 2015.

تجعل الأمور أسوأ، مثل القوى التاريخية والجغرافية والسياسية التي توسّع دوائر الظلم وعدم التكافؤ في دول معينة، مثل الولايات المتحدة الأمريكية.

السؤال الآن: كيف يمكن إذَن تحقيق مستقبل مستدام؟ ويجيب ساكْس قائلًا إن التعليم هو الركيزة الأولى. فعندما تبقى البنات في المدرسة لفترة أطول، تنخفض معدلات الخصوبة. وتَستثمِر العائلات الأقل عددًا ـ من حيث الأطفال ـ في مجالات التعليم، والصحة، والتغذية. واستشهد بكلام عالِم الاقتصاد الاسكتلندي آدم سميث، في كتابه «ثروة الأمم» 1776 (*The Wealth of Nations*)، قائلًا إنه «بسبب استفادة المجتمع من تعليم الأفراد، سنعوض هذه التكاليف من خلال الإسهام العام من المجتمع ككل». وعدم تحقيقنا لذلك بعد مرور قرنين من الزمان لدليل إدانة جسيم ومخجِل.

بالإضافة إلى التحديات الاجتماعية، هناك تحديات أخرى، مثل التغير المناخي، وحموضة المحيطات، والانقراض الجماعي الحالي للأنواع والكائنات. وجميعها تهديدات خطيرة لقدرة البشرية على الازدهار، بل على قدرة البقاء والاستمرار. وعلى سبيل المثال.. يرتفع تركيز ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بنسبة تتخطى جزءين في المليون سنويًّا. ويختتم ساكْس بأنه لا توجد دولة في الوقت الحالي على طريق التنمية المستدامة.

بات واضحًا أن فهم العلاقات بين هذه القضايا أمر أساسي للغاية. وبجانب أهداف التنمية، مثل الصحة العامة، والرعاية الصحية للسكان الذين تتزايد أعدادهم وتتقدم أعمارهم، هناك أيضًا التحديات البيئية، مثل الحد من التغير المناخي. ومن الضروري تحديد الحلول ذات المزايا الإيجابية، مثل تشجيع الناس على المشي؛ لتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة من وسائل النقل التي يستخدمونها، مع الاستمتاع بالمزايا الصحية. ومن الأهمية بمكان أن نسعى لحل مشكلة ما، بدون استفحال وتفاقم مشكلة أخرى بسبب هذا الحل، لا كأنْ نعمل ـ على سبيل المثال ـ على تيسير استخدام الناس الطاقة الرخيصة من خلال حرق المزيد من الوقود الحفري الملوِّث للبيئة.

وقد أجهد هذا التعقيد والتداخل بين قضايا التنمية المستدامة ساكْس نفسه، مثلما أجهد الشركات والحكومات. وقد قسَّم ساكْس الكتاب إلى فصول تناقش عدة قضايا، مثل الصحة، والأمن الغذائي، والتغير المناخي، مما جعله يخفق في بيان الطبيعة التكاملية والتبادلية لهذه القضية المركّبة بكل تعقيداتها المرعبة. وفي الخاتمة، التي خصصها لأهداف التنمية المستدامة، عرض ساكْس رسالة أكثر وضوحًا، مليئة بالمعلومات، وأيسر فهمًا، مقارنةً بالمحاولات السابقة.

شرح ساكْس مزايا التنمية المحددة بأهداف واضحة، مثل حشْد المعرفة وشبكات الممارسة، لا سيما تلك الأمور التي تتضمن المجتمع العلمي، والجمهور، والسياسيين، والمؤسسات غير الحكومية. وشرَح كيف يمكن تمويل ذلك من خلال القطاعين (الخاص، والعام)، وتنظيمه عبر مبادئ المساءلة والشفافية والمشارَكة. وفي النهاية، أُنَوِّه بأن قراءة هذا الكتاب ـ في رأيي ـ واجب على كل سياسي، وعلى رجال الأعمال. ■

ديفيد جريجز أستاذ التنمية المستدامة في جامعة موناش في ميلبورن، أستراليا، وجامعة وورويك في المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: dave.griggs@monash.edu



HOLT/INGA SPENCE/FLPA

بذور الكاكاو غنية بالغذاء الذي يساعد على نمو النباتات، وفي الوقت نفسه يستفيد منها البشر.

علم النبات

الحضـــارات والبـــذور على مـــر العصـــور

ساندرا ناب تعرض كتابًا يدرس العلاقة التكافلية بين البشر والبذور.

زرتُ يومًا فصلًا دراسيًّا، وسألت الطلاب إذا كان أحدهم قد أكل أي نباتات اليوم. فأجابوا جميعًا «لا»، دفعة واحدة، ولكن عندما ذكرت الخبز المحمص والحبوب؛ هزوا رؤوسهم جميعًا بالإيجاب. إننا ننسى أحيانًا اعتماد البشرية على النباتات، التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي؛ لتزويدنا بالأكسجين، وكان لذُرِّيَّتها التي لم تولد ـ المتمثلة في البذور ـ دور لا يُنْكَر في دعم الحضارات الإنسانية عبر العصور. وفي كتابه «انتصار البذور» *The Triumph of Seeds*، يروي عالِم الأحياء ثور هانسن قصة هذه العلاقة التاريخية العميقة.

نحن أمام كتاب شيق، يدخل هانسن من خلاله عالَم تمييز وتحديد البذور ونثرها مع ابنه المهووس بالبذور. وتتناول قصصه المترابطة موضوعات غير منظَّمة، مثل استخدام البذور في التغذية، والتكاثر، وإطالة العمر، والحماية. سيشعر كثير من القراء بالانسجام والألفة مع الحكايات عن النباتات التي غيّرت العالم، مثل الكاكاو، والفلفل، والقمح، والقهوة، لكن هانسن قدَّم في كتابه منهجًا جديدًا تمامًا في دراسة التفاعل بين البشر والنباتات في مراحلها الأولى من الإنبات. وذكر ضمن فصول الكتاب مقابلات وحوارات مع علماء البذور وعلماء الأحياء الآخرين، مثل كريستينا وولترز من «المركز الوطني الأمريكي للحفاظ على الموارد الجينية» في فورت كولينز بولاية كولورادو. وقد أضفت هذه الحوارات والمقابلات حماسًا في نفوس العلماء؛ لمواصلة أبحاثهم، وخوض عالَم النباتات بصفة عامة.

في أي بذرة من البذور يكون الجنين محاطًا بالطعام تمامًا، كما في بيضة الدجاجة. ولأنها غنية بالكربوهيدرات والبروتين والدهون، غدت البذور غذاءً مثاليًّا للبشر. وقد غاص هانسن في فكرة أن هذه العناصر الغذائية الغنية ليست موجَّهة إلينا في الأصل، ولكن علاقتنا بالبذور هي حتمًا علاقة ثنائية الاتجاه، فنحن نغذِّي القمح والأرز ـ على سبيل المثال ـ بالقدر نفسه الذي يمدّانا به بالغذاء.



انتصار البذور.. كيف غَزَت البذور والحبوب المملكة المتحدة، وشكّلت تاريخها الإنساني
ثور هانسن
بيزيك: 2015

نَسَجَ هانسن قصص علماء البذور في الماضي؛ لتأكيد العلاقة بين البشر والنباتات. فعلى سبيل المثال.. عالِم الوراثة السوفيتي وجامع البذور الاستثنائي، نيكولاي فافيلوف، رأى أن أمثال نباتات المحاصيل التي تنمو في البرية والتي تمتاز بالصلابة والمرونة البيئية كان لها دور جوهري في التهجين. وكان لاكتشافه الفضل في جعل الاتحاد السوفيتي أكبر دولة على مستوى العالم في الإنتاج الزراعي، ولكنه حُبس في معسكرات العمل، وتم تجويعه حتى الموت، لأنه انتقد الأفكار العلمية الزائفة لعالِم الأحياء تروفيم ليسينكو، الذي حظي بدعم ستالين. أما عالِم النباتات الأمريكي ـ الذي عاش في القرن التاسع ـ ويليام جيمس بيل، فقد أعدّ تجربة لا تزال جارية حتى الآن، حيث دفن زجاجات من الرمال والبذور في تربة ولاية متشيجان؛ لاختبار قابلية البذور للنمو بمرور الوقت.

إن تناول هانسن للتفاصيل الحيوية للفلفل (والفاكهة، وأعضاء العائلة النباتية المفضلة لديَّ: عائلة الباذنجانيّات) لهو نموذج رائع لمخاطر القصص المنسوجة بعناية بالغة. فالتبسيط خطوة أولى جيدة، لكن الطبيعة في النهاية معقدة إلى حد مدهش. وحسبما كشَف هانسن، فإن الحرارة التي نشعر بها عندما نأكل الفلفل ليست فقط وسيلة الفلفل الدفاعية ضد الثدييات المفترسة، بل هي ناتجة أيضًا عن عنصر قوي مضاد للبكتيريا؛ يحمي البذور من هجوم الفطريات. وهكذا، فإن الفاكهة والنباتات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأخرى مسلحة جيدًا بعناصر كيميائية وفيزيائية لحماية الأجيال الجديدة.

هناك المزيد عن تغليف البذور المثالي، أو الثمرة. فالثمار غير الناضجة تحتوي على مركبات كيميائية، مثل حمض التانيك، الذي يتميز بمذاق شديد المرارة، يُعَدّ تذكيرًا قويًّا للكائن المفترس بأنْ ينتظر، لأن البذور لا تكون جاهزة للزراعة، إلا عندما تكون الفاكهة ناضجة. وتتنقل البذور عندما تأكلها الحيوانات (وعندما نأكلها نحن أيضًا) إلى بيئة جديدة. وكل هذا في جوهره صورة من سلوكيات النباتات، التي تُعَدّ المثل النباتي للتباهي أو حماية الذُّرِّيَّة، ولكننا نغفل عن ذلك ولا نراه، لأنه يحدث على نطاق زمني مختلف عن حركة الحيوانات، أو تفكيرها.

تطَرَّق هانسن إلى الهندسة الوراثية، ولكنه لم يستفِض فيها، وقصَر حديثه على هَوَسِنا الاجتماعي بالبذور. ومما يثير الاهتمام أننا نتفاعل بقوة أكبر مع الهندسة الوراثية للبذور من الهندسة الوراثية للبشر، وهي مقارنة بين مجالين أضفت بُعْدًا جديدًا على القصة.

لديَّ بعض المآخذ على ما ورد في كتابه، فمما قاله: «رغم أننا نعلم أن الطماطم فاكهة، لكن الحكمة تقتضي ألا نضعها في سلطة الفاكهة». يؤكد ذلك نقطة مهمة، حيث يبدو التصنيف العلمي أحيانًا مثيرًا للسخرية أو الاستهجان، لكنه ضروري. ومما يؤسف له أن هانسن لم يكترث كثيرًا بالمصطلحات النباتية. فجزء من متعة معرفة النباتات.. تنوعها الفائق والغزير، وحيرة العقول في معرفة الطرق المتنوعة التي تتكيف بها الأجزاء المختلفة من النباتات مع الأطوار المختلفة لدورة الحياة. ولذلك.. فتسليط الضوء على أيٍّ من الأمرين يتطلب استخدام بعض المصطلحات المتخصصة. وسقط هانسن كذلك في فخ الخصوصية الثقافية، فعلى سبيل المثال.. كان عنوان الفصل الثالث «أحيانًا تشعر بأنك ثمرة مكسرات» وهو تعبير مستمَد من أغنية إعلانية للشيكولاتة الأمريكية «ألموند جوي». وحتى أنا ـ كشخص عشت في أمريكا الشمالية ـ لم تصلني دعابة العنوان بصورة مباشرة.

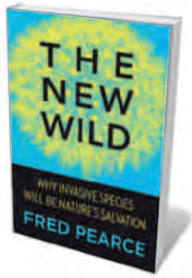


FROM SEEDS — TIME CAPSULES OF LIFE/R. KESSELER, W. STUPPY/PAPADAKIS

سيتم تَقاسُم جزء من ريع الكتاب مع الجهات العاملة والموثوق بها في مجال البذور، ومن بينها: «بنك بذور الألفية» في «حدائق المملكة المتحدة الملكية البريطانية» المكلَّفة بالحفاظ على التنوع الجيني النباتات، وصندوق المحاصيل في بون بألمانيا، الذي يدير مشروعات محددة للحفاظ على تنوع المحاصيل، مثل حصن «سفالبارد جلوبال سيد فولت». ورغم الثناء الذي تحظى به بنوك البذور، فلا يمكنها وحدها الحفاظ على كوكب متغير، إذ يتطلب ذلك تغييرًا في رؤية البشر لبقية الحياة. وهنا تأتي أهمية كتاب «انتصار البذور»، الذي تؤدي مطالعته إلى زيادة إدراكنا ووَعْينا بمستقبلنا المشترك. ■

ساندرا ناب تعمل في «إدارة علوم الحياة» في متحف التاريخ الطبيعي في لندن.
البريد الإلكتروني: s.knapp@nhm.ac.uk

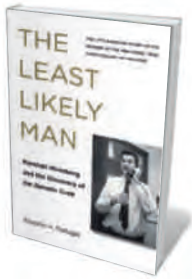
ملخصات كتب



الحياة البرية الجديدة.. لماذا سوف يكون خلاص الطبيعة على أيدي الأنواع الغازية؟

فريد بيرس، آيكون بوكس (2015)

يرى فريد بيرس ـ الصحفي المخضرم في مجال البيئة ـ أن الأنواع الغازية لا تستحق السمعة السيئة المنسوبة إليها، إذ يناقش ـ بعدما غاص في أعماق وقائع غزو عشوائية، بدايةً من غزو قنديل البحر في البحر الأسود، حتى غزو الأرانب في أستراليا ـ أن هذه الحالات نادرًا ما تتسم ببساطة المقارنة بين كِفَّتين، في إحداهما أهل البيت الأحباب، وفي الأخرى الغرباء الأعداء. وإذا طرحنا جانبًا وصف هذه الأنواع بالوحوش المفترسة الضارية، ربما تكون هذه الحيوانات ـ التي تنجح في التعايش عند انتقالها إلى بيئة أخرى ـ أشبه تمامًا بالعناصر الانتهازية القادرة على التكيف، التي ستزدهر حياتها في عالَم أعاد العنصر البشري تكوينه تمامًا. ومن ثم، على علماء البيئة أن يتخلصوا من «فوبيا الدخلاء على البيئة»؛ لضمان الحفاظ على صحة النظم البيئية.



الرجل الأقل ترجيحًا.. مارشال نيرنبرج، واكتشاف الشفرة الوراثية

فرانكلين بورتجال، مطبعة إم آي تي (2015)

عاش مارشال نيرنبرج خارج محيط علماء الأحياء الجزيئية الذين يسعون إلى كشف العلاقة بين الجينات والبروتونات في الفترة ما بين خمسينات وستينات القرن الماضي. ومع ذلك.. كان مارشال ـ الباحث في معاهد الصحة الوطنية الأمريكية ـ هو الشخص الذي امتلك أول دليل تجريبي لجزيء مرسال الحمض النووي الريبي، فضلًا عن حل شفرة الحمض الأميني. ومع أن بناء بورتجال السردي يتسم بقليل من اللَّبْس، إلا أنه يذكِّرنا بأن نيرنبرج ينتمي إلى كوكبة العلماء الحاصلين على جائزة «نوبل»، ومن بينهم فرانسيس كريك، وجيمس واتسون، وسيدني برينر.



فلسفة الحاويات.. كيف يمكن لصندوق أن يغيِّر من طريقة تفكيرنا

ألكسندر كلوز، ترجمة تشارلز ماركروم، مطبعة إم آي تي (2015)

لا يلاحظ الكثيرون كيف تربطنا حركة سير حاويات الشحن عالميًّا، وتحافظ على قوام حياتنا، وتدعم المجتمعات التي نشكِّلها. وبكل تشويق، سرد كلوز التفاصيل الفنية التي تكشف طبيعة دائرة العمل العالمية لملايين من الوحدات المكافئة، التي يبلغ طولها عشرين قدمًا، وطبيعة الأفراد العاملين، بدءًا من المصممين، حتى رجال الحوادث الطارئة، كاشفًا النقاب عن البنية التحتية المتطورة لهذه الدائرة. مع ذلك.. اتسمت قراءة كلوز الفلسفية ـ في مواضع أخرى ـ بالمغالاة، لكنها قراءة ضرورية، تفسِّر لماذا تُعتبَر وحدات كهذه هي العنصر التكنولوجي المميِّز لعصرنا الحالي.



ماري كوري.. الملكية الفكرية، وثقافة الشهرة في عصر المعلومات

إيفا هيمانجز فيرتين، مطبعة جامعة شيكاغو (2015)

ما بَرِحَت ماري كوري من أشهر سيدات دنيا العلماء. ولتحليل الكيفية التي أصبحت بها كوري كمشارِكة في اكتشاف الراديوم رمزًا علميًّا، استعانت إيفا ـ الباحثة الثقافية ـ بدراسة جانبي الشهرة والملكية الفكرية، حيث اشتهرت كوري وزوجها بيير بأنهما رفضا تسجيل براءة اختراع اكتشاف الراديوم. رسمت فيرتين صورة دقيقة لماري كوري في هذا الكتاب، لكنها ليست الصورة الملائكية التقليدية ذاتها المأخوذة عنها. مع ذلك.. قد تَحمِل هذه الصورة إفادة كبيرة لخلفائها في العصر الحديث.



طائر الوقواق.. مُخادِع بالفطرة

نِك ديفيز، بلومزبيري، (2015)

يعرض نِك ديفيز ـ الباحث في علم البيئة السلوكي ـ من خلال هذه القصة الكَشْفِيّة حلًّا للطريقة التي ينجو بها «أشهر مُخادِع في الطبيعة» بسلوكه «المشين». وهذا السلوك ينتسب إلى طائر الوقواق (*Cuculus canorus*)، سارق أعشاش الطيور المعروف. وقد طعّم ديفيز نثره الهادئ والرشيق بمعلوماته المتعمِّقة التي استقاها من خلال دراسته للأنواع على مدار سنوات. وفي نهاية الكتاب، لا يَسَعك إلا أن تشعر بالفرحة نفسها التي شعر بها ديفيز عند تأمُّل هذا الطائر المثير للإعجاب، أو الحزن نفسه على تناقص أعداده بشكل واضح في المملكة المتحدة. **دانيال كريسي**



رَسْم مارك كاتيسبي لعصفور البستان *Icterus spurius*، وشجرة الـ(*Catalpa bignonioides*).

تاريخ العلوم

الكشـــف عــن أســـــرار الطبيـــعة البريـــة

تشيد **ليندا لير** بكتاب يَعرِض رحلة أحد علماء الطبيعة الأوائل في توثيق الكائنات الحية والنباتات في أمريكا الشمالية.

بَلَغَتْ علوم التاريخ الطبيعي أوج ازدهارها في منتصف القرن الثامن عشر، حينما انهمك العلماء في إعادة صياغة خريطة العالم، واكتشاف الجسور البرية بين القارات، وتوثيق الأنواع الجديدة من النباتات والحيوانات. وقد أُولِع أعضاء الجمعية الملكية المرموقة في بريطانيا ـ مثل الطبيب وجامع العيِّنات هانز سلون ـ شغفًا بتصنيف هذه الأنواع على عادة المجتمع العلمي بأكمله في ذلك الوقت، مثل أعضاء جمعية «تشيلسي فيزيك جاردن» في لندن، التي عهد إليها بتقييم وتصنيف العيِّنات. وبات توثيق العالم الطبيعي في ذلك شغفًا يهيمن على المجتمع العلمي.

في يوليو من عام 1747، قدَّم مارك كاتيسبي (وُلد في عام 1682، أو1683، وتوفي في عام 1749) ـ وهو عالِم تاريخ طبيعي، عَلَّمَ نفسه بنفسه ـ الأقسام الأخيرة من مؤلَّفِه الضخم «التاريخ الطبيعي لكارولينا وفلوريدا وجُزُر البهاما» *The Natural History of Carolina, Florida and the Bahama Islands* أمام الجمعية الملكية، وهو المصنَّف الذي استغرق منه عقدين في إعداده وتأليفه، واعتُبر أول وأشمل وَصْف للحيوانات والنباتات في أمريكا الشمالية يُنشَر على الإطلاق. وتضمَّن الكتاب أكثر من 200 رسم ملون يدويًّا، يعتمد على مئات الرسوم والملاحظات التحضيرية، مع كتابة أوصافها بالإنجليزية والفرنسية. ووصف أمين الجمعية الملكية كروموِل مورتيمر هذه الرسوم بقوله: «إنها أكثر عمل مُبْهِر رأيته منذ اكتشاف فن الطباعة».



السيد كاتيسبي المثير للفضول.. عالِم طبيعي «بارع»، يستكشف العوالم الجديدة
تحرير إي. تشارلز نيلسون، وديفيد جيه. إليوت.
مطبعة جامعة جورجيا
2015

الآن، يؤكد هذا الكتاب الرائع «السيد كاتيسبي المثير للفضول» *The Curious Mister Catesby* أن هذا المدح لم يكن مبالغًا فيه على الإطلاق. فهذا العمل الشامل الزاخر بالرسوم التوضيحية ـ الذي يواكب الذكرى المئوية الثالثة للزيارة الأولى لكاتيسبي لأمريكا خلال الأعوام (1712-1719) ـ يبرز الطرق العديدة التي غيَّر بها كاتيسبي نظرة العالَم ورؤيته نحو العالم الطبيعي، عندما أكَّد وجود علاقة بيئية ديناميكية بين النباتات والحيوانات. قام بتحرير الكتاب كلٌّ من عالِم النباتات تشارلز نيلسون، وديفيد إليوت، المدير التنفيذي لصندوق كاتيسبي التذكاري. يحتوي الكتاب على نسخ من اللوحات، والرسوم، والصور، والخرائط، بالإضافة إلى المقالات التي أعدَّها خلال 25 عامًا في مجالات تتراوح ما بين تاريخ الآداب إلى دراسة الرخويّات.

ورغم أنه لا توجد صورة لكاتيسبي، والمعلومات المعروفة عنه قليلة، كان تفانيه الواضح في توثيق عجائب الطبيعة أكثر ما يميزه كعالِم نباتات طموح ومبتكر، وعالِم طبيعي شغوف بالبحث والتقصي، وفنان نشيط.. لا تنقصه الموهبة. ووصف صديقه إيمانويل ميند يز دا كوستا، عالِم نباتات إنجليزي، هيئته بقوله: «كان طويلًا ونحيفًا... يميل إلى الصمت، لكنه ودود، سهل المعشر، دائم التواصل مع أصدقائه». وقد جرى انتخاب كاتيسبي في الجمعية الملكية في عام 1734، وفي عام 1747 أكمل ملحقًا لمصنَّفه «التاريخ الطبيعي»، تَضَمَّن 20 رسمًا إضافيًّا للأنواع التي كانت غير معروفة في بريطانيا، مثل زهرة الكاميليا الحريرية، واسمها العلمي (*Stewartia malacodendron*).

أبحر كاتيسبي إلى ويليامزبيرج في ولاية فيرجينيا في عام 1712؛ لجمع عيِّنات من النباتات لكتاب في التاريخ الطبيعي، معزَّز بالرسوم التوضيحية. ودعَّم استكشافاته في منطقة «تايد ووتر» في شرق فيرجينيا والشرق البري لجبال الأبلا جزئيًّا رعاةُ البساتين في لندن، الشغوفون للحصول على عيِّنات من النباتات القوية في أمريكا الشمالية، كما دعّمه أقرانه من علماء النباتات في المستعمرات البريطانية.

عاد كاتيسبي إلى لندن في عام 1719، ومعه مجموعة من البذور، منها بذور زهرة الحب *Passiflora lutea*. وراقت العيِّنات لعلماء الطبيعة، من أمثال ويليام شيرارد، حتى إن كاتيسبي استطاع جمع المال لرحلة ثانية وصلت

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


SYLVIA BACON/CATESBY COMMEMORATIVE TRUST

ضفدع الثور - ***Lithobates catesbeianus***

إلى تشارليستون (تشارلز تاون آنذاك) في جنوب كارولينا في عام 1722. وبلغت استكشافاته شمال جورجيا (التي كانت جزءًا من فلوريدا الإسبانية) بصورة منهجية أكثر من قبل، وزار كل منطقة في كل موسم. وساعد المرشدون من الهنود الأصليين في حمل ألوان الرسم المائية سريعة الجفاف، وصبغات الطلاء، وكذلك صناديق العيِّنات والرسوم والملاحظات الميدانية، كما أنقذوه من الثعابين السامة والمستنقعات المليئة بالتماسيح، بالإضافة إلى صيد الحيوانات من أجل الطعام.

في نهاية عام 1725، قضى كاتيسبي بعض الوقت في جُزُر البهاما في رسم السَّمَك، ثم عاد إلى لندن. وعندما عجز عن توفير أجر النَّحّات على ألواح النحاس، أتقن النحت على النحاس بنفسه بمساعدة الفنان الفرنسي جوزيف جوبي. وكان يعتزم إعداد 100 صورة ـ أغلبها للطيور ـ للمجلد الأول، و100 صورة أخرى للمجلد الثاني، الذي يركِّز على السَّمَك، والقشريات، والزواحف، والبرمائيات، والحشرات، وعدد قليل من الثدييات، وبعض النباتات.

اعتَبر كاتيسبي الطيورَ من أجمل المخلوقات، وكان من أوائل الذين اكتشفوا العلاقات بين النباتات والحيوانات، وذلك على سبيل المثال.. في رسم العصفور المغرد *Loxigilla violacea* الذي يعيش في جُزُر الأنتيل الكبرى مع شجرة الخشب السام *Metopium toxiferum*. وقدَّم كاتيسبي إسهامًا كبيرًا في فَهْم هجرة الطيور، وهو موضوع شهد جدلًا كبيرًا في ذلك الوقت، عندما كان البعض يعتقد أن الطيور تختفي في الشتاء؛ لكي تشهد سُبَاتًا، أو بعض صور الكُمُون. وقال كاتيسبي في بحثه عن «طيور الهجرة» (M. Catesby *Phil. Trans.* **44**, 435-444; 1746) إن الطيور تهاجر إلى مناطق دافئة في الشتاء، حسب التغيرات الموسمية، وسعيًا وراء رزقها من الطعام.

طُبعت 200 نسخة تقريبًا من مُجَلّدي كاتيسبي مع ألواح منحوتة ملونة باليد. هذه النُّسَخ مع ملحقين إضافيين كانت مبتغى علماء الطبيعة وجامعي النباتات. وفي عام 1768، اشترى الملك جورج الثالث دراسات كاتيسبي الميدانية الأصلية بالألوان المائية (وعددها 263 دراسة)، وهي تشكل الآن جزءًا من المقتنيات الملكية البريطانية. وللأسف، أَفَلَ نجم إنجازات كاتيسبي، بسبب تدهور العلاقات بين الولايات المتحدة وبريطانيا بعد حرب الاستقلال الأمريكية (1775-1783). وعندما ذاع صيت الفنانين وعلماء الطبيعة الأمريكيين، مثل أليكساندر ويلسون، وويليام بارترام، وجون جيمز أودوبون؛ طوى النسيان ذلك الرائد البريطاني، الذي أصبحت تصنيفاته ـ التي وضعها قبل تصنيفات كارل لينيان ـ عتيقة. ولم يبق سوى عدد قليل للغاية من مجلدات كاتيسبي حتى منتصف القرن التاسع عشر، فلم تُرَ إلا نادرًا، الأمر الذي جعلها تغوص أكثر في بئر النسيان.

سيظل كتاب «السيد كاتيسبي المثير للفضول» لسنوات عديدة هو أفضل تحليل نقدي لمؤلفاته ودوره الكبير في تأسيس العلوم الطبيعية الناشئة. ■

ليندا لير مؤرِّخة للحركة الأمريكية، وهي مرجعية بشأن راشيل كارسون ومؤلفة كتاب «بياتريكس بوتر: الحياة غير العادية لعبقرية فذة من العصر الفيكتوري.
البريد الإلكتروني: linda@lindalear.com


SYLVIA BACON/CATESBY COMMEMORATIVE TRUST

رَسْم كاتيسبي لسلحفاة البحر بمنقار الصقر *Eretmochelys imbricate*.

مراسلات

مواجهة أساطير السكان الأصليين

يشير تحليل الحمض النووي DNA للنخيل الموجود فقط في المناطق النائية بأستراليا ـ والمعروف باسم ليفيستونا ماريا ـ إلى أنه نشأ من بذور تم جَلْبها من شمال البلاد؛ وهو اكتشاف تدعمه أسطورة للسكان الأصليين، تم الكشف عنها مؤخرًا. إن هذا يوضح بشكل رائع كيف يمكن للثقافة الإيكولوجية التقليدية أن تفيد البحوث الحديثة.

إن نخلة ليفيستونا ماريا (**في الصورة**) ـ والمعروفة باسم نخلة كابادج، وتوجد فقط في بالم كريك ـ قد نشأت قبل 7 آلاف ـ 31 ألف عام، متحدِّرة من نخلة ليفيستونا رجيدا من فصيلتها نفسها. وهي نخلة توجد على بعد ألف كيلومتر شمالًا (انظر: *Nature* **483**، 248؛ 2012). ولأن هذه التواريخ تتداخل مع شغل البشر لتلك الأرض، فقد توصلت الدراسة إلى أنه ربما تم نقل البذور إلى الجنوب، وزراعتها في وسط أستراليا (ت. كوندو و آل. بروك. ب 2012 ؛ http://doi.org/2w6).

لقد جذبت أسطورة السكان الأصليين اهتمامنا من خلال ترجمة تمت في عام 2013 لنَصّ يعود إلى عام 1895، كتبه عالِم الأنثربولوجي والمبشِّر الألماني كارل ستريلو Carl Strehlow (انظر: go.nature.com/kxfyvn). فقد كتب عن زيارته لبالم كريك قائلًا: «توجد هنا نخلات باسِقات، يبلغ ارتفاعها ما بين 40 و50 قدمًا، تحيط بها أشجار الصمغ، وأشجار السنط، وتُطْلِق الأعشاب والزهور الموجودة عند قاعدتها رائحة حادة. ولم يتوصل العِلْم بعد إلى معرفة كيف وصلت هذه النخلة إلى قلب أستراليا». ويحكي ستريلو أن معتقدات محلية تقليدية تقول إن «آلهة أقصى الشمال أتت بالبذور إلى هذا المكان قبل وقت طويل».

ديفيد م. ج. س. بومان جامعة تاسمانيا، أستراليا.
جاسون جيبسون متحف فيكتوريا، ميلبورن، فيكتوريا، أستراليا.
توشياكي كوندو جامعة هيروشيما، اليابان.
david.bowman@utas.edu.au



ALBINFO

تقييم مخاطر تغطية المستودعات

إن التأثيرات البيئية للأغطية الكيماوية التي تُستخدم لتقليل بخر مياه المستودعات ينبغي أن يتم تقييمها بشكل صحيح، قبل أن يتم تطبيقها على نطاق واسع (*Nature* **519**، 18-19؛ 2015).

وعلى سبيل المثال.. عندما تزيح الأمواج هذه الأغطية باتجاه السواحل (F. R. Crow and A. L. Mitchell *Water Resources Res*. **11**, 493–495; 1975)، يمكن أن تتراكم في التربة والرواسب، ومن ثم تدخل في عمليات التركيز البيولوجي، مما يؤدي إلى خلل في الأنظمة البيئية (C. Franke *et al*. *Chemosphere* **29**, 1501–1514; 1994). إن هذا الغطاء يقلل من التوتر السطحي للماء؛ ما يؤثر على النباتات العائمة، وانتقال حبوب اللقاح، ووضع بيض الحشرات. بالإضافة إلى أن له تأثيرًا حراريًّا، بإمكانه أن يغيِّر من التدفق بين طبقات المياه، وهو ما يؤثر سلبيًّا على المواد المذابة والبيئات الطبيعية.

إن الملوثات الصّادَّة للماء، المحمولة جوًّا، بما فيها جسيمات الكربون الأسود، سوف تنجذب إلى تلك الأغطية، وسوف تؤدي إلى تغيير انعكاس السطح (الألبيدو)، والإسهام في التغير المناخي.

من الواجب علينا أن نتعلم من التطبيقات الكيماوية غير المحسوبة واسعة النطاق، التي تمت في السابق، وأن نتأكد أولًا من تطبيق اختبارات الأمان الضرورية والمعايير التنظيمية.

جوهي هوانج جامعة شمال الصين للطاقة الكهربية، بكين، الصين.
ياو ياو جامعة ريجينا، ساسكاتشيوان، كندا.
huang@iseis.org

انطلاق برامج بحثية لطلاب الجامعة

تهدف برامجنا الدراسية في جامعة ولاية كاليفورنيا إلى مواجهة التحديات المتمثلة في إشراك طلاب الجامعة في المشروعات البحثية (انظر: *Nature* **518**, 127-128; 2015). ويترتب على إشراكهم هذا أن يصبحوا أكثر استعدادًا للتقديم في أعلى البرامج العلمية المحترفة في الولايات المتحدة وحول العالم.

ويتم تدريب أكثر من مئة طالب جامعي في مجالات البحوث كل عام ضمن برامجنا، التي بدأت قبل 43 عامًا، وحصلت على جائزة رئاسية أمريكية في التوجيه الأكاديمي، إلى جانب غيرها من أوسمة الشرف. ونسعى لجعل الطلاب مهرة في إجراء تجارب بحثية عالية الجودة، وتحليلها إحصائيًّا، ونشرها.

يقوم بتدريب كافة الطلاب الجدد طلابٌ آخرون مثلهم، لديهم خبرة في البحث العلمي (وليسوا طلاب دراسات عليا، أو باحثي ما بعد الدكتوراة)، وذلك لضمان أن يشعر الطلاب الجدد على الفور بارتياح في البيئة البحثية، وتتم مراجعة أعمالهم بشكل دوري من خلال أساتذة أكبر.

يتم تخفيف أعباء المواد الثقيلة من خلال اتباع سياسة المختبَر المفتوح، التي تسمح للطلاب بمتابعة بحوثهم خارج الساعات الدراسية، وخلال عطلات الجامعة.

لقد شارك طلابنا الجامعيون في تأليف مئات الأوراق البحثية المنشورة، والعروض التقديمية المحلية. وبهدف تحفيز اهتمام الطلاب ـ الذين لا يزالون في مراحل الدراسة ما قبل الجامعية ـ تجاه البحث العلمي، أسَّسنا قبل حوالي 20 عامًا دورية لملخصات بحوث الطلاب (بات الوصول إليها متاحًا الآن عبر الإنترنت)، كما أقمنا ندوات سنوية؛ حتى يتاح للطلاب عرض ملصقات مختصرة لأبحاثهم. (انظر: go.nature.com/dwox6d).

ستيفن بي. أوبنهايمر جامعة كاليفورنيا، نورثريدج، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
steven.oppenheimer@csun.edu

مِنَح النساء تضربها أمواج عدم المساواة

أطلقت الدنمارك في العام الماضي برنامج المنح «YDUN»، وهو برنامج حكومي تجريبي لمدة عام، لتمويل البحوث، مخصص للنساء. وقد تم وصمه بأنه برنامج قائم على التفرقة على أساس الجنس، وأثار صخبًا سياسيًّا. لذا.. فمن غير المحتمل أن يتم تكراره. وتشير تحليلاتنا إلى أن مبلغ 110 مليون كرون (16 مليون دولار أمريكي) المخصص لهذا البرنامج يساوي تقريبًا مقدار النقص نفسه في المنح الدنماركية التي تفوز بها النساء، مقارنةً بالرجال، كل عام على مدار الأعوام العشرة الماضية.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

في الفترة من عام 2009، حتى 2013، كانت نسبة فوز المتقدمين بمنح «المجلس الدنماركي للبحوث المستقلة» ـ الذي أدار كذلك برنامج «YDUN» ـ متقاربة بين الباحثين الرجال والنساء، طبقًا لتحليلات المجلس (14% و11% على التوالي؛ انظر: /go.nature.com uryhca (باللغة الدنماركية)).

كشفت تحليلاتنا لبيانات المجلس منذ إنشائه في عام 2005 أن هذا الفارق البالغ 3% في نسب النجاح هو فارق كبير، حيث يتوازى مع أفضلية للرجال بمتوسط 104 ملايين كرون كل عام، وهو ما يقارب إجمالي التمويل المخصص للنساء ضمن برنامج «YDUN».

لقد كان برنامج «YDUN» محاولة لتوسيع وعاء المواهب الدنماركية، لكنه تمكَّن من تسوية أرض المنافسة فقط لمدة عام واحد، وفقط في منح المجلس الدنماركي للبحوث المستقلة. وحتى في ذلك الحين، كانت نسب النجاح في الحصول على منح من برنامج «YDUN» 3% فقط (17 متقدمة من بين 553). إن هذا المستوى في المنافسة أعلى بكثير من مستوى التنافس على تمويل المجلس. وبالرغم من أن تمويل برنامج «YDUN» عادَل بشكل فعال النقص في تمويل المجلس لعام 2014، إلا أنه على النساء أن يواجهن خوض منافسة أصعب للحصول عليه.

دراخ فاتسون، ينس يورت معهد نيلز بور، جامعة كوبنهاجن، الدنمارك.
darach@dark-cosmology.dk

وضع «مصدر التَّشَظّي الأوروبي» الحقيقي

يقلل تحليل أولوف هولونستن مما توصَّل له مشروع «مصدر التَّشَظِّي الأوروبي» ESS، بينما يبالغ في تقدير مخاطر نجاحه (*Nature* **518**, 275; 2015).

بدأت عملية إنشاء المشروع منذ حوالي ستة أشهر، بعد أن حصلت السويد والدنمارك على التزام جماعي من جانب الدول الأعضاء في مشروع «مصدر التشظي الأوروبي» بالإسهام بأكثر من 97% من تكاليف البناء. ويعود هذا الالتزام إلى أهمية المشروع لبرامج البحث العلمي القومية في تلك الدول، وعلى استثمارها السابق في المراجعة العلمية والتقنية والإدارية الشاملة لخطط البناء.

لقد قمنا بتعيين حوالي 300 خبير من جميع أنحاء العالم. ويسهم أكثر من ألف باحث متعاون بمعارفهم الجماعية في موقع المشروع بالقرب من لوند في السويد، وكذلك في المؤسسات الشريكة بأوروبا.

وفيما يتعلق بشكوك هولونستن حول الإطار القانوني والمالي لدورة حياة هذا المرفق، فإنه من المقرر أن تتم الموافقة على «اتحاد البِنْيَة التحتية البحثية الأوروبية» في هذا العام، وهو المسؤول عن تحديد هذا الإطار.

كما أننا لا نعقد صفقات «خلف الأبواب المغلقة»، فلقد أشركنا أكثر من مئة خبير علمي وتقني وإداري مستقل للقيام بمراجعات روتينية للمشروع. ويتم تنظيم لقاءات مفتوحة مع المجتمع العلمي مرتين سنويًّا. ونحن مدركون للمخاطر والتحديات التي ستقابلنا، لكننا ملتزمون بشدة بتسليم مرفق «مصدر التشظي الأوروبي» في الموعد المحدد، وبالميزانية المحددة.

جيم ييك مصدر التشظي الأوروبي، لوند، السويد.
jim.yeck@esss.se

البيانات الضخمة تخضع لقوانين الخصوصية

إن قضايا الخصوصية حول حماية البيانات غالبًا ما تثير ردود أفعال مُبَالَغ فيها من جانب العلماء والتقنيّين، لكن القيود على استخدام البيانات الشخصية تعني أن الخصوصية أقل تعلُّقًا بما يتم فعله بالبيانات من تعلُّقها بما لا يتم فعله بها. لذلك.. قد تكون هناك تقنيات ـ مثل الخوارزميات الجديدة ـ غير ضرورية (انظر: S. Aftergood *Nature* **517**, 435–436; 2015).

وتُقِرّ قوانين حماية البيانات المحايدة تقنيًّا حقوقًا للأفراد فيما يتعلق بكافة البيانات المرتبطة بهم، بغض النظر عن مصدر البيانات. وهناك أكثر من 100 دولة، بات لديها مثل هذه القوانين لخصوصية البيانات، وجميعها تشترط على المنظمات الاقتصار على جمع البيانات الشخصية لغرض صريح فقط، وعدم إعادة استخدام هذه البيانات لأغراض غير ذات صلة.

ولذلك.. إذا ما عَرَفَت مؤسسات الأعمال عاداتك ونواياك الشرائية، وحتى حالتك الصحية من خلال البيانات الضخمة؛ فستكون لديها مسؤوليات الخصوصية نفسها تمامًا، كما لو كانت قد جمعت هذه المعلومات بشكل مباشر من خلال استبيان. هذا هو ما يتوقعه الناس من خوارزميات البيانات الضخمة التي تهدف إلى أن تحلّ محل طرق المسح المرهقة وغير الكاملة. إن الاسترشاد الخوارزمي ليس سبيلًا للتهرب من قوانين الخصوصية المثيرة للجدل.

ستيفن ويلسون مركز بحوث مجموعات النجوم، سيدني، أستراليا.
steve@constellationr.com

الصورة الشاملة في علم الأنسجة

تميل الصور المتعلقة بعلم الأنسجة المنشورة إلى التركيز على جزء صغير فقط من شريحة نسيج ثابتة. وتستطيع الدوريات العلمية أن تتغلب على هذه القيود بأن تطلب من الباحثين أن يجعلوا بيانات الأنسجة الخاصة ببقية الشريحة متاحة كلما أمكن، لتوسيع نطاق الصور المجهرية المنشورة، وتكملتها.

تتوفر أدوات مسح شرائح الأنسجة الكاملة بالفعل للدراسة على الإنترنت، من خلال استخدام المجهر الافتراضي (انظر: www.histology.be). وهو ما يتيح مشاركة صور الأنسجة عبر العالم، على سبيل المثال.. من أرشيف علم الأمراض (M. G. Rojo *et al*. *Int*. *J*. *Surg*. *Pathol*. **14**, 285–305; 2006)، أو المساعدة في التشخيص الطبي.

إن تجميع المعلومات الكاملة للأنسجة في قاعدة بيانات عامة من شأنه أن يتيح للباحثين موردًا لا يُقَدَّر بثمن. ويمكن استخدامه للولوج إلى البيانات الخام لشرائح الأنسجة، التي لم يتم استكشافها، أو لإنتاج تحليلات جديدة، أو تفسيرات بديلة.

إيف بوماي، ميشيل جادوت جامعة نامور، بلجيكا.
yves.poumay@unamur.be

تدريب القيادة للعلماء الأفريقيين

يُعتبر «برنامج القيادة في العلوم بأفريقيا» ـ الذي تم إطلاقه في 2 مارس الماضي ـ هو الأول من نوعه في العالم النامي (انظر: www.up.ac.za/aslp)، حيث سيقوم بتدريب الباحثين على قيادة مبادرات علمية معقدة، تتداخل فيها التخصصات والقطاعات؛ وهو ما سيساعد الباحثين على التنافس في إنتاج المعرفة العالمية.

وتقدِّم مجموعة كبيرة من المؤسسات في كندا والولايات المتحدة للباحثين تدريبًا متطورًا ومفيدًا على القيادة (انظر، على سبيل المثال، م. كفاسكوف وس. د. ماكاي *Nature* **506**, 159; 2014). وهناك حاجة أكبر إلى مثل هذه البرامج في الدول النامية، إذا ما أرادت أن تتلافى المزيد من التأخر عن العالم المترابط التنافسي (B. Slippers *et al*. *S*. *Afr*. *J*. *Sci*. **111**, a0093; 2015).

إن البرنامج الأفريقي سينشئ نَوَيات لتنمية القيادة في القارة. وستشارك مجموعات صغيرة من علماء في منتصف مسارهم المهني في التدريب الذي سوف يستمر لمدة عام، والذي يشتمل على جلستين تستمران لعدة أيام، وعلى دعم مستمر من العلماء، وتوجيه فيما بينهم.

برنارد سليبر جامعة بريتوريا، جنوب أفريقيا.
إيفا أليسيك جامعة موناش، أستراليا.
bernard.slippers@fabi.up.ac.za

هل هناك تحيُّز للشهرة في الاختيار التحريري؟

إن مقالات (قسم مراسلات) في *Nature* الطبعة الدولية تتم مراجعتها فقط من جانب المحررين (انظر: /go.nature.com cmchno). وللتحقيق فيما إذا كان هناك تحيُّز تجاه المراسلين المعروفين دوليًّا عند اختيار المرشحين للنشر، قمنا بتحليل الوضع العلمي للكُتّاب الذين نشروا في عام 2014 في (قسم مراسلات).

ولقياس شهرة المؤلف، استخدمنا المؤشرات التالية: أن يكون عضوًا في واحدة من أهمّ وأشهر 100 جامعة على مستوى العالم (كما هو منصوص عليها في قائمة «ترتيب جامعات العالم» في نشرة «تايمز للتعليم العالي»؛ انظر: go.nature.com/bhgfxd)؛ والنشر في دورتي *Nature* أو *Science*؛ وارتفاع مؤشر h. وقمنا بتصنيف المراسلين كعلماء بارزين، إذا ما أوفوا بأيٍّ من هذه المعايير، أو كلها.

كان عدد الخطابات المنشورة في عام 2014 في (قسم مراسلات) 239 خطابًا، كل منها له «مؤلف مراسل» واحد مسؤول عن تقديم الخطاب، والتواصل مع المحررين. ووجدنا أن نسبة 54% من هؤلاء المؤلفين تُطابِق بعض هذه المعايير، أو كلها، وحوالي 13% من المؤلفين ينتمون إلى العالم النامي.

وفي ظل قيود «عوامل الشهرة» التي نضعها (على سبيل المثال.. بعض المراسلين كانوا مشهورين، ولكن من خارج النطاق الأكاديمي)، استنتجنا أن الشهرة العلمية للمراسل الرئيس لا تؤثر بشكل ملحوظ على اختيار الخطابات للنشر.

أوميد ماهيان* جامعة فردوسي في مشهد، مشهد، إيران.
omid.mahian@gmail.com

* بالإنابة عن 4 مراسلين (انظر: go.nature.com/rpntpk لمتابعة القائمة كاملةً).

إيف شُوفان

(1930–2015)

عالِم الكيمياء الحاصل على جائزة «نوبل»، الذي أعاد تنظيم الروابط ما بين ذرات الكربون.

تركت أبحاث العالِم إيف شوفان بصمة مذهلة في أرجاء قطاع الصناعات الكيميائية. فعن طريق فحص الطريقة التي تتحول فيها الروابط ما بين ذرات الكربون المتجاورة في تفاعلات المركّبات البترولية، كشَف النقاب عن خطوات واحد من أهم التفاعلات في الكيمياء العضوية، وهو تفاعل الإبدال والإحلال. أرست هذه الأبحاث ـ التي قادته للفوز بجائزة «نوبل» فيما بعد ـ حجر الأساس لعمليات كيميائية تُستخدم في الوقت الحالي في صناعة مختلف المواد، بدايةً من المبيدات الحشرية، حتى الأدوية. مع ذلك.. يبقى أعظم ما أنجزه هذا العالِم، تطوير عمليات كيميائية بالغة الأهمية في صناعات النفط والبلاستيك، حيث تُستخدم الآن لإنتاج ملايين الأطنان من المركّبات سنويًّا.



وُلد شوفان في بلجيكا في عام 1930، في منطقة تقع على مقربة من الحدود مع فرنسا. وقد وافته المنيّة في السابع والعشرين من يناير 2015. عندما كان صبيًّا، أرسله والداه الفرنسيّان إلى مدرسة ابتدائية تقع بالقرب من الحدود الفرنسية. وحينما عادت عائلته إلى فرنسا، تمكّن من استكمال دراسته في باريس. وكان يقضي عطلاته الصيفية في بيت العائلة الكبير في مدينة تور، الواقعة في وادي لوار في فرنسا، حيث قضى آخِر أيام حياته.

بعد حصوله على شهادته الجامعية في مجال الهندسة الكيميائية في عام 1954، الممنوحة من كلية الكيمياء الصناعية في ليون، استهل رحلة العمل في شركة الكيماويات الفرنسية «بروجيل»، التي (صارت الآن جزءًا من شركة «سانوفي»)، وهناك التقى بزوجته هوجويت لابار.

عبَّر شوفان عن ندمه لعدم الحصول على درجة الدكتوراة، بسبب خدمته في الجيش، وظروف أخرى، لكنه كان يشعر بأن عدم حصوله على هذه الدرجة العلمية حرَّر عقله؛ للنظر في نطاق واسع من الموضوعات البحثية. وبعد عامين من العمل في شركة «بروجيل»، استقال من العمل، لأن مديريه ألزموه بأن يقوم ببساطة بالتطبيق الأعمى لإجراءات العمليات المختلفة، دون إعطائه فرصة استكشاف أفكار من المجالات الأخرى.

في عام 1960، انتقل شوفان إلى مقر أبحاثه العلمية للأربعين عامًا التالية، وهو «معهد البترول الفرنسي» IFP، الكائن بالقرب من باريس. وفي هذا المعهد، خصَّص شوفان دراساته لتسريع إنتاج المواد الكيميائية باستخدام تفاعلات «الحفز المتجانس». في هذا التفاعل، تذوب كل المكونات في محلول؛ مما يسمح بالتحكم الدقيق في أحجام ضخمة من المواد الكيميائية، والقدرة على معالجتها تحت درجات حرارة منخفضة نسبيًّا. وبأبحاثه هذه.. تَفادَى شوفان النزعة السائدة في مجال البتروكيماويات، التي تفضِّل إجراء عمليات الحفز على الأسطح الصلبة، وهي التقنية التي تتطلب درجات حرارة أعلى، وتنتج عادةً منتجات ثانوية سامة.

قادته هذه الأعمال إلى إجراء عمليات ذات أهمية محورية في صناعة البتروكيماويات في الوقت الحالي، إذ ينتج عن عمليتي (الديمرسول)، و(الديفاسول) تزاوُج هيدروكربونات أصغر مع «محفزات الأوكتين»، التي تضاف إلى البترول، أو المادة الأولية في صورتها المعدلة؛ من أجل صناعة الملدّنات، أو المواد المضافة التي تزيد من لدونة المادة وسيولتها، كما تنطوي عملية (الفايبوتول) على استخدام جزيئات الكربون لصناعة المواد الخام، المضافة في شتى الأغراض، بدءًا من زيوت التشحيم، حتى المواد البلاستيكية.

واصل شوفان تطوير تفاعلات الحفز المتجانس، وتمكَّن من حل مشكلة كبيرة، وهي انفصال العامل الحافز من وسط التفاعل، مستغلًا في ذلك معرفته بكيمياء البطاريات؛ كي يطور الأيونات السائلة، بوصفها نوعًا جديدًا من المُذيبات.

يرتبط ذكر اسمه بتفاعلات الحفز المتجانس ارتباطًا وثيقًا، إلا أن أكثر ما يشتهر به استنباط خطوات حركة الجزيئات المعقدة، التي تُعرف باسم (أوليفينات الإبدال والإحلال). وفي هذه العملية، تقوم الأوليفينات ـ وهي بمثابة جزيئات من ذرّتي كربون مترابطتين ترابطًا ثنائيًّا ـ بإحلال وإبدال موضعها مع بعضها البعض، مثلها في ذلك مثل ثنائي رَقْص يتبادلان مع بعضهما البعض موقعيهما. وتكمن عبقرية شوفان في استخدامه لأفكار من عملية كيميائية مختلفة تمامًا، تُعرف باسم (بلمرة فتح الحلقة) ring-opening polymerization.

في تجربة بسيطة، لكن تُعَدّ إنجازًا علميًّا باهرًا، قام شوفان بإجراء تفاعل بين نوعين من الأوليفينات (النوع الحلقي، وغير الحلقي)، كي يوضح أن المركّبات الناتجة احتوت على أجزاء من كلا النوعين. كما استنبط أن هذا التبادل الجزيئي لم يتم بصورة متناظرة، حسبما كان يَفترِض البعض، لكن هذا التبادل يتم تنظيمه عن طريق تكوين حلقة هيدروكربونية مؤقتة، تتضمن الحافز الفلزي. استخدم علماء الكيمياء الآخرون ـ ونخصّ بالذِّكر روبرت جربز، وريتشارد شروك، اللذين تقاسما جائزة نوبل في الكيمياء مع شوفان في عام 2005 ـ خلاصة هذه الأبحاث؛ لتحسين وتطوير تفاعلات صناعية، تشكِّل في الوقت الحالي الركيزة الأساسية للكيمياء «صديقة البيئة»، وهي عمليات صناعية فعالة، تنتج عنها كميات ضئيلة من النفايات.

حينما تقاعَد شوفان عن العمل في «معهد البترول الفرنسي» في عام 1995، انضم الى مختبري المتخصص في أبحاث كيمياء أسطح المركّبات المعدنية العضوية في جامعة ليون. وعادةً ما كان يستقل القطار الذي ينطلق في تمام الخامسة صباحًا بالقرب من منزله في مدينة تور؛ كي يصل الى طاولة أبحاثه في تمام الثامنة صباحًا.

ركّزت أعماله اللاحقة ـ التي صدرت بالتعاون مع آخرين ـ على ملاءمة الحفز المتجانس مع الأيونات السائلة، وهي العملية التي يمكن تطبيقها بنجاح على مجموعة متنوعة من التفاعلات ونواتجها، تُستخدَم في عدة أغراض صناعية، وتتسم بسهولة الفصل عن العامل الحافز.

صاحَب الإنجازات العلمية الضخمة لشوفان قَدْرٌ كبير من التواضع. وقد تردَّد في قرار الذهاب إلى استكهولم في عام 2005، لأنه شعر بأن إسهامه العلمي كان أقل بكثير من إسهامات جربز، وشروك، اللذين جعلا من تفاعلات الإحلال والإبدال تفاعلات مستخدمة عمليًّا على نطاق واسع. ووازَن شوفان ما بين الأبحاث الأساسية والتطبيقية، تاركًا وراءه ما يزيد على مئة ورقة بحثية، ومئة وثلاثين براءة اختراع.

كان قلبه يفيض بروح الشباب دائمًا، حيث لم يتوقف ـ ولو لمرة واحدة ـ عن ممارسة رياضة المشي لمسافة ستة عشر كيلومترًا أسبوعيًّا، ولم يغفل عن قراءة الطبعة الأسبوعية من دورية «كيميكال أبْستراكتس» Chemical Abstracts. ولم يكن هناك شيء يعادل حب استطلاعه العميق، سوى معرفته وحدسه اللذين جعلا من شخصه مخترعًا رائعًا. وعلى المستوى الشخصي، سأفتقده بشدة كصديق وعالِم جليل. ■

جون ماري باسيت مدير مركز أبحاث الحفز الكيميائي في «جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية» في مركز ثول بالمملكة العربية السعودية، ومدير مختبر في جامعة ليون الفرنسية، الذي عمل فيه إيف شوفان في الفترة ما بين 1996 حتى 2009.

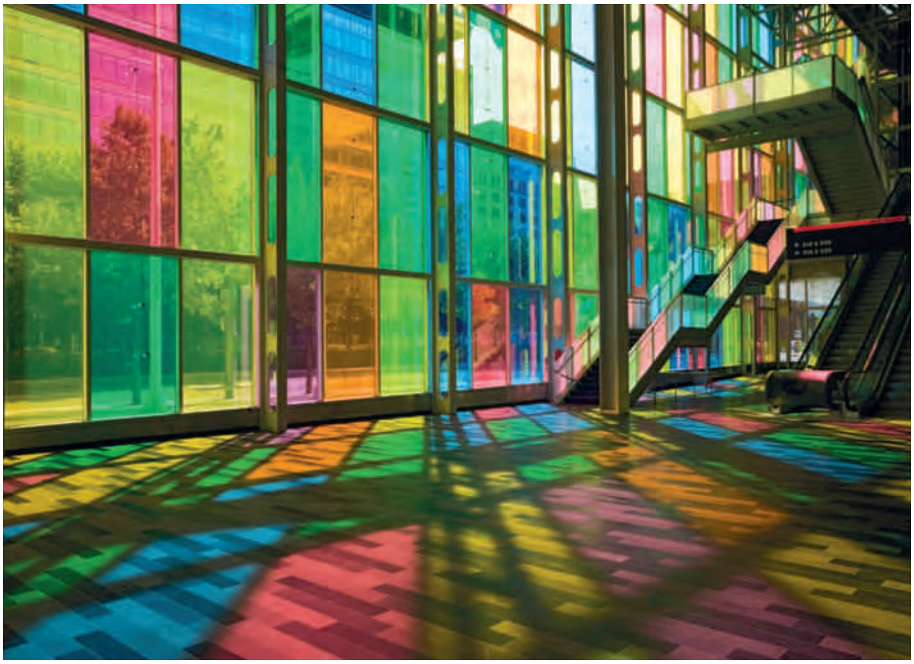
البريد الإلكتروني: jeanmarie.basset@kaust.edu.sa

تصحيح

ذُكِر ـ عن طريق الخطأ ـ في مقالة التأبين الخاصة بعالِم الرياضيات ألكساندر جروتينديك، المنشورة في عدد مارس الماضي (*Nature* **517**, 272; 2015) أن عنوان أطروحته كان «الفضاء الاتجاهي الطبوغرافي»، ولكن العنوان الصحيح هو: «الفضاء الاتجاهي الطوبولوجي».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أنبـاء وآراء



PERRY MASTROVITO/ALL CANADA PHOTOS/ALAMY

الشكل 1 | تطبيق محتمَل للمكثفات الشمسية المضيئة. البلاستيك الملون والألواح الزجاجية الملونة مثل تلك المستخدمة في الواجهة اللافتة لمركز المؤتمرات في مونتريال، كندا (في الصورة)، يمكن أن تتحول إلى مولدات كهرباء جذابة، إذا تم تعديلها لتعمل كمكثفات شمسية مضيئة فعالة.

الطاقة المتجددة

ألــواح شمسية ذات إضاءة أفضل.. تلوح في الأفق

الأجهزة المعروفة باسم المكثفات الشمسية المضيئة يمكن أن تجد لها استخدمًا كمولدات للطاقة المتجددة، غير أنها حتى الآن تعاني من تأثير إعادة امتصاص الضوء بشكل أساسي. وتقدِّم دراسة علمية حديثة طريقةً واعدة؛ لمعالجة تلك المشكلة.

مايكل دابيج

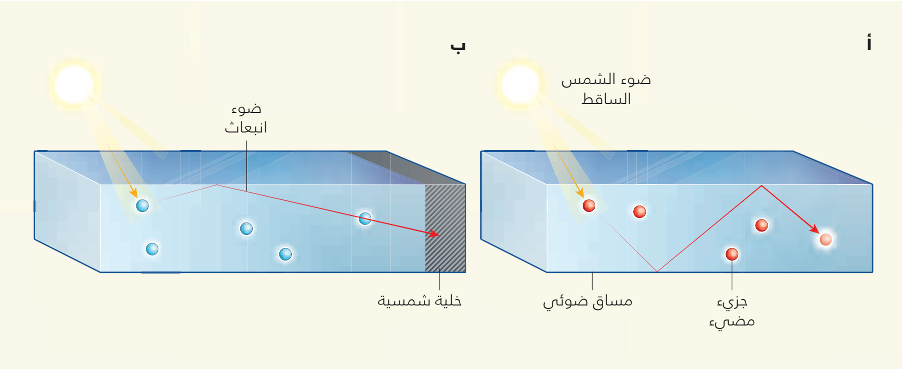
"يستطيع أي عميل أن يحصل على سيارة مطلية بأي لون يرغب فيه، مادام كان هذا اللون هو الأسود". كان هذا ما قاله رجل الصناعة الأمريكي هنري فورد، في إشارة منه إلى سيارات موديل تي T Model خاصته، إلا أن هذا الرأى ينطبق بدوره على الألواح الشمسية (الكهروضوئية) التقليدية التي ثبت أن لونها يمثل عقبة أمام إمكانية دمجها في المدن والمناطق الأخرى المأهولة، حيث يكون المظهر عاملًا يجب أن يؤخذ في الاعتبار. يقدم برادشو وزملاؤه[1] لمحة مغرية ـ مكتوبة بـ"حروف نانوية" ـ على إمكانية وجود مولِّد ثوري للطاقة المتجددة ـ المكثف الشمسي المضيء (LSC) ـ لاستخدامه في البيئات العمرانية (الشكل 1).

وقد تم طرح المكثف الشمسي المضيء (LSC) منذ أكثر من 35 عامًا[2]. إنه جهاز بسيط.. يتكون في العادة من مساق ضوئي مصنوع من البوليمر، الذي يكون إمّا مملوءًا بجزيئات مضيئة مثل الصبغات العضوية، والبلورات النانوية غير العضوية شبه الموصلة (النقاط الكَمِّيَّة)، أو مغطى بطبقة علوية من تلك المواد. هذه المواد المشعة ضوئيًّا تمتص ضوء شمس الساقط، وتعيد إصداره بطول موجي أطول، بينما يبقى جزء من الإشعاع المنبعث محاصَرًا بداخل المساق الضوئي، بفعل الانعكاس الكلي الداخلي. بهذه الطريقة، يتم توجيه الضوء المحاصَر نحو الحواف الرقيقة للمساق الضوئي، حيث يخرج من الجهاز (شكل 2). يمكن تجميع الضوء الخارج عن طريق إرفاق شرائح رقيقة من الخلايا الكهروضوئية التي تعمل على تحويل الضوء إلى تيار كهربي[3].

بفضل ألوانها الزاهية، ومرونة شكلها وهيئتها، بالإضافة إلى وزنها الخفيف بطبيعتها، يمكن لألواح LSC أن تجد لها تطبيقات في المناطق الحضرية، حيث يكون تركيب الألواح الكهروضوئية التقليدية غير ملائم، إما بسبب وجود أشعة الشمس بشكل غير مباشر في الغالب، أو مخاطر تعرضها للتلف، أو لأسباب جمالية. هذا.. ولن يولّد لوح LSC الناتج الكهربي نفسه للألواح الكهروضوئية التقليدية التي تكون لها المساحة السطحية ذاتها، غير أن إمكانية استخدامه كعنصر هيكلي في البناء (شكل 1)، بالإضافة إلى قابليته للتكيف مع البنايات ذات المساحة الضخمة، تجعلانه خيارًا جذابًا لتحويل الأشياء التقليدية ـ مثل عوازل الصوت، وسقائف الدراجات، ومقاعد الحديقة، ومحطات الحافلات ـ إلى مولدات كهربية.

لم تصل ألواح LSC إلى الأسواق بعد، بسبب تواضع كفاءات تحويل الضوء إلى كهرباء، كنتيجة لعديد من آليات خسارة الضوء بالجهاز. تتضمن تلك الآليات.. نطاقات الامتصاص المحدودة، وفقدان الضوء المنبعث من الصبغ، بسبب توجيهه خارج نطاق الزوايا اللازمة من أجل حدوث انعكاس داخلي كُلِّي، فضلًا عن امتصاص الضوء من قِبل البوليمر المصنوع منه المساق الضوئي، بيد أن آلية الخسارة المصيرية التي تبغي معالجتها هي إعادة امتصاص الضوء المنبعث من الصبغ.

تَستخدِم معظم ألواح LSC الأصباغ الفلورية العضوية بوصفها الأنواع الممتصة والباعثة. وثمة عديد من المزايا التي تتمتع بها الأصباغ العضوية: تمتص الضوء بفاعلية، كما يصل مدى قدرتها الاستشعاعية إلى 100%، بالإضافة إلى قابليتها للذوبان عمومًا في المساق الضوئي البوليمري المضيف، لكن انزياح ستوكس Stokes shift لتلك الأصباغ ـ وهو الفرق بين الأطوال الموجية التي تحدث عندها ذِرْوَتَا الامتصاص والانبعاث ـ يكون صغيرًا في كثير من الأحيان؛ مما يسفر عنه تداخل كبير بين نطاقات تعريف الامتصاص والانبعاث. يتسبب هذا الأمر في إعادة امتصاص الضوء المنبعث من الصبغ، عندما يقابل جزيئات الصبغ اللاحقة داخل المساق الضوئي. وتنجم عن إعادة الامتصاص خسارة للضوء من الجهاز، إما بسبب أن الصبغ الذي يعيد امتصاص الضوء يقل مدى قدرته الاستشعاعية عن 100%، أو لأن الضوء المنبعث لا يمكنه أن ينعكس داخليًّا بشكل كامل؛ ومن ثم خسارته عبر الأسطح العلوية أو السفلية للمساق الضوئي.



الشكل 2 | مبدأ عمل المكثف الشمسي المضيء. أ. ضوء الشمس الساقط (السهم البرتقالي) يدخل مساقًا ضوئيًّا من البوليمر، ويتم امتصاصه من قِبَل جزيئات مضيئة. خسائر الضوء بفعل إعادة امتصاص الضوء المنبعث (السهم الأحمر) هي عاقبة استخدام جزيئات مضيئة، لديها نطاقات امتصاص وانبعاث متداخلة. **ب.** يصف برادشو وزملاؤه[1] بلورات نانوية مضيئة (الدوائر الزرقاء) تبدي عدم وجود تداخل بين نطاقات التعريف الطيفي للامتصاص والانبعاث، ومن ثم لا تحدث إعادة امتصاص. وهذا بدوره يؤدي إلى توجيه مزيد من الضوء نحو الخلية الكهروضوئية الخاصة بالمساق الضوئي، التي تحول الضوء الخارج إلى تيار كهربي.

دُرست النقاط الكَمِّيَّة غير العضوية طويلًا، باعتبارها بدائل ممكنة للأصباغ العضوية. على سبيل المثال.. تم تطوير جزيئات غير عضوية، مصنوعة من لب مكون من سلينيد الكادميوم (CdSe)، وقشرة خارجية من كبريتيد الكادميوم (CdS)، وذلك من أجل الحصول على مكثفات شمسية مضيئة LSC تتمتع بانزياحات ستوكس واسعة؛ ومن ثم تترتب خسائر أقل على إعادة الامتصاص[4]. في دراستهم، يصف برادشو وزملاؤه طريقة واعدة من أجل مزيد من التخفيض في الخسائر، عن طريق استخدام سلينيد الزنك، وكبريتيد الزنك (ZnSe/ZnS)، باعتبارهما البلورات النانوية المكونة للب والقشرة، وتم تطعيمهما بأيونات المنجنيز (Mn^{2+}) والكادميوم (Cd^{2+})، بوصفها الأنواع المضيئة. وتمكَّن الباحثون من إنتاج بلورات $Zn_{0.87}Cd_{0.11}Mn_{0.02}Se/ZnS$ نانوية، يقارب مدى قدرتها الاستشعاعية نحو 90%، وذلك بأقل مقدار من التداخل الطيفي بين الانبعاث والامتصاص.

يوضح هذا العمل أهمية أخْذ "نهايات" طيف امتصاص المواد المشعة ضوئيًّا في الاعتبار. ويبدو هذا الأمر بلا أهمية عند قياسه عبر العرض الرقيق (نحو سنتيمتر واحد) للمساق الضوئي، غير أنه يصبح مهمًّا عند قياسه عبر الطول الذي يُقَدَّر بعشرات عديدة من السنتيمترات، يمكن أن تؤدي نهايات الطيف إلى خفض كبير في كمية الضوء الواصل إلى الخلية الكهروضوئية على حافة المساق الضوئي، فيحدّ من الكفاءة الكلية للجهاز. إن تحقيق الحد الأدنى من التداخل في أطياف الامتصاص والانبعاث من شأنه تقليل خسائر الانبعاث بداخل المساق الضوئي بفعل التشتت والامتصاص من قِبَل البوليمر المضيف نفسه، ومن ثم فإنه يعمل على تمديد الحجم التشغيلي الممكن لألواح LSC بشكل كبير. ولذلك.. على الرغم من أن ألواح LSC المبنية من بلورات ZnSe/ZnS النانوية المطعمة بـCd^{2+}/Mn^{2+} تمتص مقدارًا أقل من الطيف الشمسي الساقط عليها، مقارنةً ببلورات CdSe/CdS النانوية، بيد أن الأولى بإمكانها أن تتفوق على الأخيرة بمساقات ضوئية أطول.

في أغلب الأحيان، يُعتبر مدى القدرة الاستشعاعية هو العامل المحدد لاختيار صبغ LSC، غير أن برادشو وزملاءه يطرحون ويحللون بلورات CdSe النانوية المطعمة بأيونات النحاس ($Cd_{0.999}Cu_{0.001}Se$)، التي على الرغم من أن مدى قدرتها الاستشعاعية يقل عن 40%، إلا أن لها نطاق امتصاص واسعًا للضوء الساقط، وانزياحات ستوكس كبيرة تتجاوز إمكانات المواد المشعة الرائدة حاليًّا في مجال تصنيع LSC. وتشير تلك النتائج إلى أن نطاق الامتصاص الواسع للضوء الساقط وانزياحات ستوكس الكبيرة هي أكثر أهمية من مدى القدرة الاستشعاعية، من أجل الحصول على ناتج انبعاث كبير في ألواح LSC، التي تقاس بالأمتار.

ومواد البلورات النانوية تلك؛ التي تم اختبارها من قِبَل برادشو وزملائه في محلول، إذا كان من الممكن إنتاجها بكميات ضخمة وإدراجها بشكل متجانس مع المساقات الضوئية البوليمرية الصلبة، وإذا كانت لديها القابلية للاستقرار على المدى الطويل في ضوء الشمس، فعندئذ يمكن أن تتحقق خطوة رئيسة إلى الأمام قريبًا في أداء المكثفات الشمسية المضيئة LSC. وبمجرد توفُّر ألواح البوليمر المحتوية على المواد المشعة التي يكون لديها امتصاص جيد في ذروة النطاق الشمسي، من الممكن معالجة آلية الخسارة الرئيسة الثانية في المكثفات الشمسية المُضيئة LSC، وهي الانبعاث عبر السطحين العلوي والسفلي للمساق الضوئي. ويمكن التغلب على هذا الأمر عن طريق تطبيق العاكسات الانتقائية على سطح LSC[5]. إن النتائج الإيجابية على جميع تلك الجبهات يمكن أن ترفع من كفاءات ألواح المكثفات الشمسية المُضيئة LSC إلى المستوى الذي يمكِّننا من استخدامها في المناطق الحضرية واسعة المساحة. ■

مايكل دابيج من قسم الهندسة الكيميائية والكيمياء بجامعة إندهوفن للتقنية، 5600 إم بي إندهوفن، هولندا.
البريد الإلكتروني: m.g.debije@tue.nl

1. Bradshaw, L. R., Knowles, K. E., McDowall, S. & Gamelin, D. R. *Nano Lett.* **15,** 1315–1323 (2015).
2. Weber, W. H. & Lambe, J. *Appl. Optics* **15,** 2299–2300 (1976).
3. Debije, M. G. & Verbunt, P. P. C. *Adv. Energy Mater.* **2,** 12–35 (2012).
4. Meinardi, F. *et al. Nature Photon.* **8,** 392–399 (2014).
5. Debije, M. G. *et al. Appl. Optics* **49,** 745–751 (2010).

أمراض القلب

جزيء كبير القلب

يقي حصار الإنزيم فوسفودايستيراز 9 (PDE9) من تفكّك جزيء الجوانوزين أحادي الفوسفات الحلقي (cGMP)، الذي أظهر أنه يحمي من قصور القلب. وتشير هذه النتيجة إلى أن تثبط PDE9 قد يكون دواء مستهدفًا لعلاج هذه الحالة.

ميكايل كون

يُعتبر قصور القلب المزمن (المرض الذي لا يتمكن القلب فيه من ضخّ كمية كافية من الدم، لتلبية احتياجات الجسم) السبب الرئيس للوفاة في جميع أنحاء العالم. وارتفاع ضغط الدم المستمر هو عامل خطورة مهمّ، يؤدي إلى قصور القلب، لأنه يزيد من عبء العمل على القلب، مما يزيد بدوره من حجم وقوة الخلايا العضلية للقلب، وهي الحالة التي تُعرف باسم تضخّم القلب. وعلى المدى الطويل، يمكن لهذه الحالة أن تسبب تغيرات جزيئية وبنيوية دائمة في خلايا القلب العضلية، مضعفة من تقلّص القلب واسترخائه. ولمواجهة هذا الخطر، يُطلِق القلب هرمونات ببتيدية مدرّة للصوديوم؛ تخفّض ضغط الدم، وتعطي تأثيرات مباشرة واقية للقلب، لكن إشارات الببتيد المدرّ للصوديوم تصبح ضعيفة عند الإصابة بقصور القلب. وفي عدد 26 مارس من *Nature* الطبعة الإنجليزية (ص 472) يوضِّح لي وزملاؤه[1] أن استعادة هذه الإشارات قد تكون استراتيجية مفيدة لعلاج قصور القلب.

إن فَهْم الآليات الجزيئية التي تنظم تضخم القلب وقصور القلب هو ما تركِّز بحوث طب القلب والأوعية الدموية عليه بشكل رئيس. فقد أظهرت دراسات عديدة2 أن جزيئًا داخل الخلايا يُدعى cGMP (الجوانوزين أحادي الفوسفات الحلقي) يوفر الحماية من ارتفاع ضغط الدم وأمراض القلب، وذلك جزئيًّا عن طريق تفعيل (PKGI)، أي الإنزيم الذي يدعى النوع الأول من البروتين كيناز المعتمد على cGMP، ومهمته تنظيم نشاط عديد من البروتينات المستهدفة. يلعب cGMP دورًا حاسمًا في تنظيم العمليات الخلوية الأساسية في جميع أنحاء الجسم[2]، بما في ذلك العمليات الوجيزة، كالتقلص، والهجرة، والإفراز الخلوي، والعمليات المديدة، كالتعبير الجيني، والنمو الخلوي.

في خلايا القلب العضلية، كما هو الحال في معظم أنواع خلايا القلب والأوعية الدموية، يتعزّز إنتاج cGMP بواسطة أربعة هرمونات، تعمل من خلال ثلاثة بروتينات مستقبِلة توجد في مختلف المواقع ضمن الخلوية[2]. أولًا، يحفّز هرمون أكسيد النيتريك (NO) الغازيّ مستقبِلًا سيتوبلازميًّا للجوانيليل المحلّق الذواب (sGC). ثانيًا، يعمل هرمونان هما الببتيد الأذيني المدّر للصوديوم (ANP) والنوع B-من الببتيد المدرّ للصوديوم (BNP) على تنشيط مستقبل من النوع A لمُحلِّق الجوانيليل (GC-A)

يمتد في الغشاء البلازمي للخلية العضلية القلبية. وأخيرًا، يرتبط هرمون النوع-C من البتيد المدرّ للصوديوم (CNP) بمستقبِل من النوع B لمحلّقة الجوانيل (GC-B) الذي يمتد عبر الغشاء.

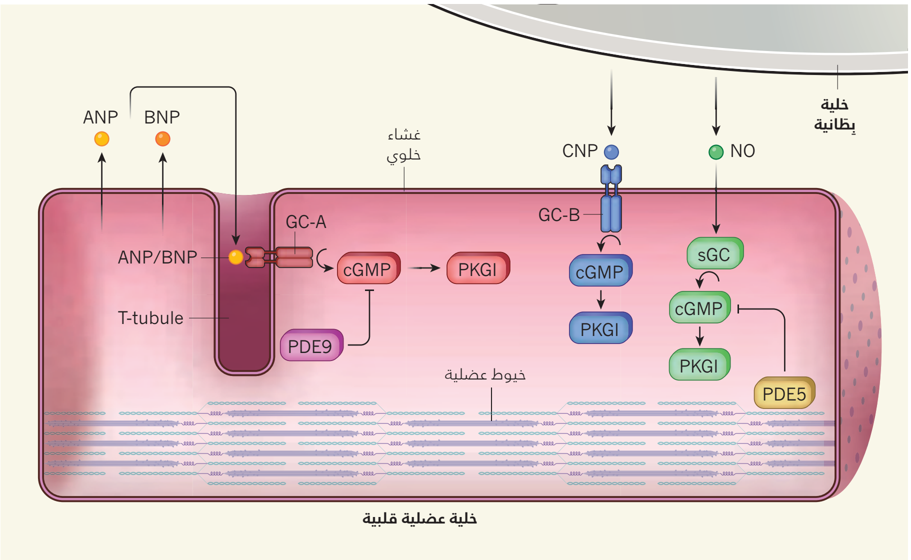
يُفرَز كلٌّ من أكسيد النيتريك (NO)، والنوع C- من البتيد المدّر للصوديوم (CNP) من الخلايا البِطَانِيّة التي تبطن الأوعية الدموية، بينما يُنتَج البتيد الأذيني المدّر للصوديوم (ANP) والنوع B- من البتيد المدرّ للصوديوم (BNP) من خلايا القلب العضلية نفسها (الشكل 1). ولمعارضة عمل هذه الهرمونات، تقوم إنزيمات الفوسفودايستريز PDE5 وPDE9 بتفكيك الجوانوزين أحادي الفوسفات الحلقي cGMP عن طريق التحليل بالماء؛ لتتمكن بالتالي من تنظيم مدة ومدى التوزع المكاني لـcGMP المرسِل للإشارات ضمن خلايا القلب العضلية[3]. هذا التحديد المكاني يعني أن PKGI المفعّل بـcGMP يمكنه تنشيط مجموعة من وظائف الخلية العضلية القلبية[4].

يعمل كلا نوعي البتيدات، وأكسيد النيتريك المدرّة للصوديوم عن طريق مستقبِلاتها الخاصة؛ لتعزيز تشكيل cGMP في خلايا الكلى والأوعية الدموية، ولخفض ضغط الدم، وبالتالي تقليل عمل القلب[5]. وتشير الدراسات[4,6] إلى أنّ لـcGMP وظيفة واقية في القلب، تسرّع الاسترخاء، وتحدّ من قسوة خلايا القلب العضلية، وتعدّ إعادة نمذجة القلب العكسية.

إنّ الأدلة المتراكمة عن دور cGMP في القلب، وعن دور وقائي في غيره من الأعضاء والأنسجة، كالدماغ والرئة والأوعية الدموية، ولّدت اهتمامًا بالأدوية التي قد تعزّز إصدار الإشارات من cGMP، وركّزت الكثير من الاهتمام على تثبيط PDE5. ومنذ عام 1998، استخدمت ثلاثة أنواع من مثبطات PDE5 لعلاج خلل الانتصاب وارتفاع ضغط الدم الرئوي. وقد أظهرت الدراسات قبل الإكلينيكية لأحد هذه المثبطات، سلدينافيل، فوائد قلبية مذهلة مضادة لإعادة النمذجة في الحيوانات، وتأكدت هذه الفوائد جزئيًّا في دراسات صغيرة على البشر[7,8]، لكن تجربة إكلينيكية كبيرة على المرضى المصابين بقصور القلب أدّت إلى نتائج مخيبة للآمال[9].

بحث لي وزملاؤه[1] في التوزع الخلوي للـPDE5 وPDE9 في خلايا القلب العضلية، وأظهروا أن PDE5 تُوجد على خيوط متقلّصة، تُدعى الخيوط العضلية، حيث مسار الـNO-sGC. على النقيض من ذلك.. أظهروا أن PDE9 يُوجد بالقرب من الانغلاف "الأنبوبي T" للغشاء البلازمي وأنها تنظم بشكل رئيس cGMP التي ينتجها مسار ANP–GC-A (الشكل 1). كما وجد الباحثون أيضًا أن مستويات ومعدّلات فعالية PDE9، كما هو الحال مع PDE5، ترتفع في خلايا القلب العضلية المتضخمة، لدى كل من الفئران والمرضى المصابين بقصور القلب. وتتدفق البروتينات إلى حيّزات داخل خلوية غير طبيعية، مسبّبة ازدياد تفكك cGMP.

حفّز الإجهاد التأكسدي فكّ التقارن المسبِّب لخلل وظيفي في الإنزيم المنتج للـNO لدى المرضى المصابين بقصور القلب، مما يؤدي إلى إنتاج جذور الأكسجين الضارة، بدلًا من NO. شرح لي وزملاؤه أن هذا التأثير، الذي يضعف إنتاج cGMP عن طريق مسار الـNO-sGC، قد يفسّر الفعالية الإكلينيكية المحدودة لمثبطات PDE5، لكن تركيب cGMP عن طريق البتيد المدّر للصوديوم يتعطل هو الآخر في خلايا القلب العضلية لدى المصابين بقصور القلب، وتصبح المستقبلات A لمحلقة الجوانيليل (GC-A) مُزالة الحساسية، وتفرز الخلايا كميات كبيرة من



الشكل 1 | ثلاث دارات منظمة واقية للقلب. في خلايا القلب العضلية، يتم إنتاج جزيء GMP الحلقي (cGMP) عن طريق تفعيل ثلاثة بروتينات في مستقبِل الجوانيليل المحلّق (GC) توجد في مواقع مختلفة ضمن الخلية. تفرز خلايا القلب العضلية هرمونات، هي البتيد الأذيني المدّر للصوديوم (ANP) والنوع B-من البتيد المدّر للصوديوم (BNP)، الذي يفعل GC-A. تُطلِق الخلايا البِطَانِية المجاورة النوع C-من البتيد المدّر للصوديوم CNP وأكسيد النيتريك (NO)، وهي هرمونات تفعّل المستقبِل المنتشر في الغشاء GC-B، والمستقبِل السيتوبلازمي sGC، على التوالي. يؤدي تحفيز أي من هذه المستقبلات الثلاثة إلى استهداف إنتاج cGMP، وتفعيل الإنزيم PKGI، مما يحمي القلب من التضخم أو معدَّلي تقلصه واسترخائه. يَذكر لي وزملاؤه1 أن إنزيمات الفوسفودايستريز (PDE) تنظم بشكل متمايز هذه التجمعات لـcGMP: يتفكك cGMP المستمد من ANP وBNP بواسطة PDE9، الذي يتوزع حول الانغلافات الغشائية الأنبوبية T؛ ويتفكك cGMP المستمد من NO عن طريق PDE5، الذي يتموضع على الخيوط العضلية المتقلصة.

سلائف البتيد الأذيني المدّر للصوديوم (ANP) والنوع B- من البتيد المدّر للصوديوم (BNP) التي لم يتم تصنيعها بالشكل المناسب. ولذا.. فهي ضعيفة النشاط[2]. ولهذا السبب.. يقترح المؤلفون أن تثبيط PDE9، لتعزيز تجمع cGMP المتولّد عن مسار ANP-GC-A، هو البديل الجذاب لتثبيط PDE5.

استطلع المؤلفون هذه الإمكانية باستخدام نموذج فأري لقلب مجهد بالضغط. وللعلم..لا تصاب الفئران عادةً بارتفاع ضغط الدم أو بتضخم القلب. لذا.. عمد الباحثون إلى التضييق الجراحي للشريان الأورطي، الذي يحمل الدم بعيدًا عن القلب، وعزّزوا بالتالي بشكل مصطنع "الحمولة التلوية" للقلب. وخلال بضعة أسابيع من الجراحة، أصيبت قلوب الفئران ذات الشريان الأورطي المتضيق بتضخم قارب الـ60%، قياسًا إلى قلوب الحيوانات الضابطة. وقد رافق هذا تشكُّل نسيج ليفي، وتراجع انقباض القلب واسترخاؤه، وهي جميعًا سمات المراحل المبكرة من قصور القلب. وما كان ملفتًا للنظر، أن التثبيط الجيني أو الدوائي للـPDE9 (باستخدام مركب يسمى PF-04447943) كان واقيًا، أو حتى عاكسًا لقصور القلب لدى هذه الفئران.

إن اقتراح المؤلفين بأن تعديل تجمع cGMP المستمد من البتيد الأذيني المدّر للصوديوم (ANP) والنوع B- من البتيد المدّر للصوديوم (BNP) يمكن أن يكون مفيدًا للمرضى المصابين بقصور القلب، تدعمه البحوث التي تظهر أن تثبيط نيبريلايسين neprilysin ـ إنزيم بتيديز يسبب تدرُّك ANP،BNP والهرمونات الأخرى ـ قد عزّز المستويات الداخلية لـANP وBNP، وأنقص من مخاطر دخول المستشفى والوفاة لدى المرضى الذين يعانون من قصور القلب[10].

هناك استراتيجيات أخرى لعلاج قصور القلب جديرة بأن توضع في الاعتبار. وأحد المناهج التي قيد الدرس مثلًا هو استخدام ببتيدات تركيبية "مُصمّمة" مدرّة للصوديوم[11]. فالمسار CNP–cGMP وكورين، وهو الإنزيم الذي ينشط البتيد الأذيني المدّر للصوديوم في القلب، قد تمثل أيضًا أهدافًا للعلاجات الواقية للقلب.

يجري حاليًّا اختبار PF-04447943 في التجارب الإكلينيكية للأمراض الإدراكية العصبية (انظر: go.nature/ a8qtw9)، ويبدو أنها تُقُبِّلت بشكل جيد لدى البشر. إن ملاحظات لي وزملائه المثيرة في الفئران، عند وضعها في الاعتبار إلى جانب حقيقة أن المرضى كبار السن الذين يعانون من قصور القلب غالبًا ما يبدون ضعفًا في الإدراك[12]، تدعم استكشاف PDE9 كهدف لعلاج قصور القلب. ■

ميكايلا كون من معهد الفسيولوجيا، جامعة وورزبيرج، D-97070 وورزبيرج، ألمانيا.
البريد الالكتروني: michaela.kuhn@mail.uni-wuerzburg.de

1. Lee, D. I. *et al. Nature* **519,** 472–476 (2015).
2. Kuhn, M. *Circ. Res.* **93,** 700–709 (2003).
3. Maurice, D. H. *et al. Nature Rev. Drug Discov.* **13,** 290–314 (2014).
4. Frantz, S. *et al. Eur. Heart J.* **34,** 1233–1244 (2013).
5. Ehret, G. B. *et al. Nature* **478,** 103–109 (2011).
6. Holtwick, R. *et al. J. Clin. Invest.* **111,** 1399–1407 (2003).
7. Takimoto, E. *et al. Nature Med.* **11,** 214–222 (2005).
8. Guazzi, M., Vicenzi, M., Arena, R. & Guazzi, M. D. *Circulation* **124,** 164–174 (2011).
9. Redfield, M. M. *et al. J. Am. Med. Assoc.* **309,** 1268–1277 (2013).
10. McMurray, J. J. V. *et al. N. Engl. J. Med.* **371,** 993–1004 (2014).
11. Zakeri, R. & Burnett, J. C. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* **89,** 593–601 (2011).
12. Ampadu, J. & Morley, J. E. *Int. J. Cardiol.* **178,** 12–23 (2015).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

جيوكيمياء حيوية

علامات التشبُّع في مخازن الكربون الاستوائية

لقد نما مخزن الكربون في المحيط الحيوي للأرض خلال الثلاثين عامًا الماضية، مخزِّنًا الكثير من ثاني أكسيد الكربون الناتج من الأنشطة البشرية. وقد رُصدت أولى علامات استقرار هذا النمو في غابات الأمازون.



THEO ALLOFS/MINDEN PICTURES/FLPA

الشكل 1 | عمالقة الغابات المطيرة. أشجار الغابات البكر المطيرة، كالتي تقع في محمية تونجكوكو بإندونيسيا (في الصورة) يمكنها النمو لتصبح غاية في الضخامة.

لارس أو. هيدين

تُسدي الغابات الاستوائية البكر خدمة بيئية عالمية المستوى؛ فهي تمتص وتخزن كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون، أحد الغازات الدفيئة الناتجة من الأنشطة البشرية. وتكافئ كمية الكربون الجديدة المخزَّنة كل عام في تلك الغابات ـ في صورة سيقان أشجار نامية، وأوراق وجذور جديدة، ومزيد من المادة العضوية للتربة ـ بالكاد نصف الكربون الذي يستخلصه الغلاف الحيوي للأرض من الغلاف الجوي[1,2]، لكن هل ستستمر تلك الغابات الاستوائية في تخزين الكربون بلا انقطاع في المستقبل؟ في هذا الصدد، أعلن بيرين وزملاؤه[3] عن أول دليل يثبت أن مخازن الكربون في الغابات الاستوائية ربما تكون قد تشبعت. ويعتمد ما توصلوا إليه على دراسة استثنائية استغرقت 30 عامًا، تناولت دراسة حوالي 189,000 شجرة من 321 غابة منتشرة عبر حوض الأمازون.

وقد لاحظ سفانتي أرهينيوس[4] مبكرًا في عام 1895 أن الدورة العالمية للكربون بين امتصاص النباتات لثاني أكسيد الكربون وتحلُّل المادة العضوية سريعة بشكل كافٍ، بحيث إنه عبر مرور الزمن، لابد للعمليتين أن تتوازنا، عدا تلك الفترات عندما تُطرح فيها كميات الكربون الكبيرة من الدورة البيئية. وقد أظهرت التحاليل[1,5] التي تناولت مخزن الكربون الأرضي العالمي أن دورته البيئية غير متزنة، حيث تمتص النباتات ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي بمعدل يزيد كثيرًا عن إعادة إطلاقه للغلاف الجوي.

كما تكشف التحاليل عن نمو مخزن الكربون الأرضي خلال العقود الثلاثة الماضية؛ بسبب استجابة النباتات الإيجابية لزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون المتاح (العنصر الرئيس لعملية البناء الضوئي) في الغلاف الجوي. وكنتيجة لذلك.. فإن الخزان الأرضي للكربون الآن يساوي أو يزيد على خزان المحيط، الذي لم يُظْهِر مؤشرات للتشبع.

هذا.. ولا يوجد اتفاق كامل حول هذه الصورة. فهؤلاء المهتمون بما يعوق نمو النباتات عن طريق الموارد المحددة (كالمُغذيات، أو الماء، أو الحرارة، أو الضوء) قد حذروا من فكرة استمرارية بقاء الخزان الأرضي للكربون غير مفحوص في المستقبل[6]. وإضافة إلى ذلك.. فقد أسفر تضمين المعوقات الغذائية في النماذج الأرضية العالمية عن التنبؤ[7] بحدوث انخفاض شديد لامتصاص الكربون مع مرور الوقت، مقارنةً بالنماذج التي لا تحتوي معوقات، لكن عدا تلك المخاوف، فلا يوجد على الصعيد الميداني دليل على تباطؤ معدل نمو مصرف الكربون عبر الغابات الاستوائية، أو المعتدلة، أو الشمالية.

قام بيرين وزملاؤه بقياس حجم ومعدل نمو الأشجار المنفردة في الغابات، ولكل فترة إحصائية في دراستهم، وقاموا بتسجيل الأشجار الميتة والجديدة داخل أجزاء الغابة. وبهذه الطريقة، وثّقوا 30% من تباطؤ امتصاص النباتات للكربون في غابات الأمازون الاستوائية البكر خلال العقدين الماضيين، بالإضافة إلى إثباتهم اعتماد هذا الاتجاه على التغيرات في كل من إنتاجية الغابة (معدل امتصاص الكربون لوحدة المساحات، والزمن)، بالإضافة إلى معدل وفيات الأشجار (معدل فقد الكتلة الحيوية للكربون في وحدة المساحات، والزمن). وتُعَدّ المعلومات الديموجرافية للشجرة الواحدة مهمة؛ لأنها تُظْهِر أن النقص في نمو الكتلة الحيوية للغابات يحدث حتى وإنْ زادت إنتاجية الشجرة الواحدة، أو بقيت على حالها. وهذا يشير إلى زيادة الوفيات، وحجم الكتلة الحيوية للغابات، باعتبارها آليات تقريبية تخضع للانخفاض الملحوظ في قوة مخزن الكربون.

يُعتبَر أي إحصاء ميداني معتمِد على مخططات من الغابات عاليَ الحساسية لدرجة معينة من الوضوح، تشير إلى تبادل الكربون، والإنتاجية والوفيات الحادثة بشكل طبيعي في عمر الغابات[8]، ويمكن إساءة تفسيرها كمؤشرات لتباطؤ تخزين الكربون. فنمو الغابات الحديثة يتباطأ طبيعيًّا كلما تقدمت في العمر، بينما تزيد الوفيات مع مرور الوقت. وقد استنتج بيرين وزملاؤه النتيجتين عن طريق تحليل المخططات المُراقَبة على نطاق أحواض الأنهار بالتفصيل، وعن طريق إظهار أنهم لا يعتمدون على عُمْر المخططات في كل مدة إحصائية. ومع ذلك.. لا تبحث الدراسة عن سبب نقص الكتلة الحيوية في نطاق حوض الأمازون. وقد تنتج المؤشرات المرصودة عن زيادة حجم الغابة استجابة للمستويات المرتفعة من ثاني أكسيد الكربون الجوي، لكن الاستجابة تُعَدّ غير منسجمة مع ما هو متوقع، بناءً على فسيولوجيا النبات، ولا يزال التساؤل عن الآلية التي تخضع لها باقيًا. وثمة تفسير أكثر رجحانًا، وهو أن تأثيرًا واحدًا أو أكثر من العوامل المعوِّقة ـ مثل توفر المياه، ودرجة الحرارة، والإجهاد، والمواد الغذائية المحدودة ـ شهد ارتفاعًا بزيادة الكتلة الحيوية للغابات. إن امتصاص الكربون حساس للجفاف[9] ودرجة الحرارة[10]، لكن توقيت مؤشرات نطاق حوض الأمازون المرصودة في الكتلة الحيوية، ووفيات الأشجار لا تتناسب مع النمط المتوقع من أحداث الجفاف التاريخية[9].

إن معرفتنا محدودة فيما يتعلق بالكيفية التي تؤثر بها مغذيات التربة على نمو ووفاة الأشجار شديدة الضخامة التي تعيش في الغابات الاستوائية البكر (الشكل 1)، بما في ذلك ما إذا كان توافر النيتروجين، والفوسفور، أو حتى الموليبدِنُوم يفرض معوقات أساسية، أم لا، لكن التباطؤ المرصود في امتصاص الغابات للكربون يشير إلى قدرة الأشجار المنفردة على مبادلة الكربون المثبت عن طريق البناء الضوئي؛ للوصول إلى مغذيات التربة النادرة (عن طريق عمليات "تحضيرية" تسببها ميكروبات تحلل المادة العضوية[11] للتربة، أو عن طريق علاقات تكافلية بين النبات وفطريات نافعة، أو البكتيريا المثبتة للنيتروجين[12])، التي قد لا تكون كافية للتغلب على معوقات نمو الكتلة الحيوية للغابات.

تثير نتائج بيرين وزملائه الكثير من التساؤلات حول مخزن الكربون الأرضي، وآلياته المستقبلية في النظام الأرضي، الذي يجمع بين الكربون والمناخ. وإذا أصبح مخزن الكربون الاستوائي متشبعًا، فعلى أي مدة زمنية سوف يحدث ذلك، وفي أي المناطق، وتحت أي ظروف طبيعية حيوية؟ إن التحكم في ثاني أكسيد الكربون ـ عنصر التغير المناخي ـ ربما سيصبح صعبًا بشكل جوهري، وسينحسر في المستقبل، إذا كانت النتائج من حوض الأمازون تنطبق بشكل أكبر على مخزن الكربون الأرضي عمومًا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إننا في حاجة إلى معرفة ما إذا كان امتصاص الكربون في الغابات على مستوى العالم يتباطأ، أم لا، بما في ذلك مخازن الكربون الموجودة في الأقاليم المناخية المعتدلة والشمالية. وربما بشكل جوهري، توجد حاجة ماسة إلى تحليل الآليات والتفاعلات التي تحكم مخزن الكربون الأرضي، والمعوقات التي قد تتسبب في وصوله إلى حد التشبع، فيما نواصل معايرة الغلاف الحيوي بكميات متزايدة من ثاني أكسيد الكربون الجوي. ■

لارس أو. هيدين من قسم علوم البيئة والأحياء التطورية، جامعة برينستون، برينستون، نيوجيرسي 08540، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: lhedin@princeton.edu

1. Ballantyne, A. P., Alden, C. B., Miller, J. B., Tans. P. P. & White, J. W. C. *Nature* **488,** 70–72 (2012).
2. Pan, Y. *et al. Science* **333,** 988–993 (2011).
3. Brienen, R. J. W. *et al. Nature* **519,** 344–348 (2015).
4. Arrhenius, S. *Phil. Mag. J. Sci.* **41,** 237–276 (1896).
5. Le Quéré, C. *et al. Earth Syst. Sci. Data* **5,** 165–185 (2013).
6. Hungate, B. A., Dukes, J. S., Shaw, M. R., Luo, Y. & Field, C. B. *Science* **302,** 1512–1513 (2003).
7. Gerber, S., Hedin, L. O., Keel, S. G., Pacala, S. W. & Shevliakova, E. *Geophys. Res. Lett.* **40,** 5218–5222 (2013).
8. Fisher, J. I., Hurtt, G. C., Thomas, R. Q. & Chambers, J. Q. *Ecol. Lett.* **11,** 554–563 (2008).
9. Gatti, L. V. *et al. Nature* **506,** 76–80 (2014).
10. Clark, D. A., Clark, D. B. & Oberbauer, S. F. *J. Geophys. Res. Biogeosci.* **118,** 783–794 (2013).
11. Lambers, H., Mougel, C., Jaillard, B. & Hinsinger, P. *Plant Soil* **321,** 83–115 (2009).
12. Batterman, S. A. *et al. Nature* **502,** 224–227 (2013).

الكيمياء الفيزيائية

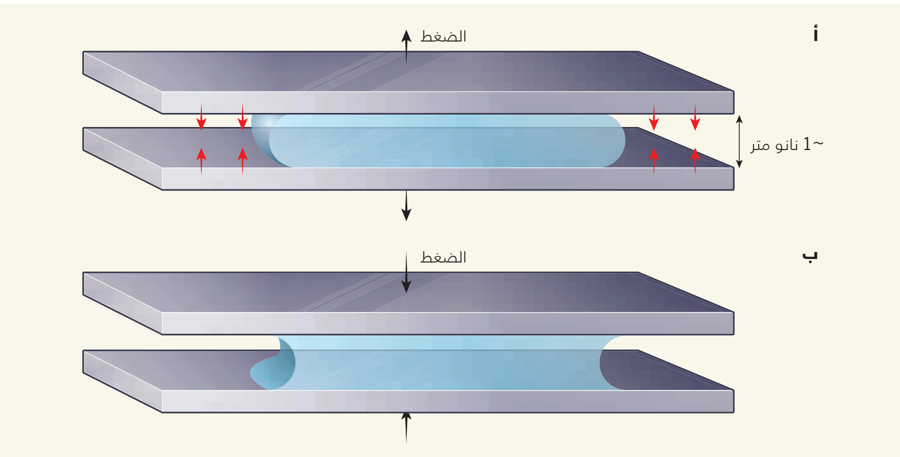
مربعات من الثلج في شطيرة جرافين

شوهدت شرائح من الثلج ذات سُمْك أقل من نانومتر واحد، محصورة بين صفائح جرافين، في بِنْيَة شبكة مربعة تختلف عن البِنَى الشبكية السداسية، الشائعة في تركيبات الثلج السائب.

ألان ك. سوبر

تتكون بلورات الثلج من جزيئات ماء مرتبطة هيدروجينيًّا في شبكات رباعية الأسطح ذات تماثل سداسي. تنشأ عن هذا التماثل الأشكال المميزة لندف الثلج والأنماط المعقدة للجليد المتكون على أسطح البرك عند تجمدها. لا يتأثر الشكل الفراغي الرباعي الأسطح لجزيئات الثلج بالضغوط المرتفعة، في نطاق عشرة آلاف ضعف الضغط الجوي (1 جيجا بسكال GPa)، على الرغم من حدوث تحولات عدة في دقائق التركيب[1].

يعرض ألجارا سيلير وزملاؤه[2] دراسة فائقة الدقة باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني لجزيئات ماء تتعرض لضغوط عالية بين رقائق من مادة الجرافين، ويُورِدون أن الجزيئات تتشكل على نحو عجيب في هيئة تماثل مكعبي بسيط، كتماثل سقالات البناء على أسطح المباني، أو بعبارة أَدَقّ بين المباني. ويستدعي الباحثون مفاهيم عن سلوك الموائع قرب السطوح، تعود على الأقل إلى نهاية القرن التاسع عشر، وقت أن كان يوهانس فان در فال يدرس هذه الأمور. ونحن نعلم من هذه الدراسات وغيرها أنه إذا كان سطح السائل محدبًا، فهذا يعني أن ضغط السائل الداخلي أكبر من الضغط



الشكل 1 | قطرات السائل المحصور بين رقيقتين. أ. عندما تحبس جزيئات الماء بين رقيقتين من الجرافين، لا يقوم السائل بترطيب سطوح الرقائق. يدلِّل السطح المحدب على أن الضغط (*P*) الموجب داخل القطرة سيحاول أن يفصل الرقيقتين عن بعضهما. قَدَّر ألجارا ـ سيلير وزملاؤه[2] أن قوى جذب فان در فال (الأسهم الحمراء) بين طبقات الجرافين كافية للتغلب على هذا الضغط عندما تكون المسافة بين الرقائق في حدود 1 نانو متر . **ب.** وفي المقابل، عندما تقوم القطرات بترطيب سطوح الرقائق، يكون الضغط داخل القطرة أقل منه خارجها، مما يؤدي إلى انجذاب الرقائق نحو بعضها البعض.

الخارجي، أما إذا كان سطح السائل مقعرًا، فيكون الضغط الداخلي أقل من الخارجي (الشكل 1). وعندما تحصر قطرات من السائل بين رقيقتين على نحو لا يرطب السطوح، بمعني أن السائل لا يرتبط بسهولة مع السطح، كما هو الأمر في حالة الزئبق على الزجاج، يكون السطح البيني بين السائل وبخاره محدبًا، والضغط الداخلي أكبر من الخارجي.

ويتحدد الضغط داخل القطرة المحصورة بين الرقيقتين ـ في الواقع ـ وفقًا للنسبة بين التوتر السطحي ونصف قطر انحناء سطح السائل[3]. ورغم أن التفاصيل الدقيقة لهذا التأثير على المستوى الجزيئي تتعقد بالتفاعلات الذرية[4,5]، إلا أنه عندما تكون أنصاف أقطار الانحناء صغيرة (في نطاق واحد نانو متر، أو أقل، كما في تجربة ألجارا ـ سيلير وزملائه)، تصبح الضغوط المرتفعة ضرورية لتثبيت السائل في مكانه. يبدو أن هذا ما يحدث بالضبط عندما تنحصر جزيئات الماء بين رقائق الجرافين، حيث لا توجد مواقع على سطح الرقائق يمكن لها أن ترتبط بالسائل هيدروجينيًّا.

هذا.. ولكن كيف يمكن الحفاظ على مثل هذه الضغوط؟ لتفسير هذا الأمر، قام ألجارا سيلير وزملاؤه بالتعريج على مبدأ آخر لنظرية فان در فال، مفاده أن الذَّرَّات يجذب بعضها بعضًا، بغض النظر عما إذا كانت قادرة على تشكيل روابط هيدروجينية، أم لا. وتُسمى هذه القوة الجاذبة بقوة فان در فال، أو قوى تشتت لندن[6]. وقد قدَّر الباحثون أنه عندما تكون رقائق الذرات مثل ذرات الكربون في حالة الجرافين، تفصل بينها مسافات أقل من نانو متر واحد (كما هو مستخدم في التجربة)، ينتج عن قوى فان در فال ضغوط عالية في نطاق 1 جيجا باسكال GPa. وقد كان من المرجح أن تتبلور جزيئات الماء المحصورة في ظل هذه الظروف، وإن كانت في درجة حرارة الغرفة، أما أن تتشكل على هيئة مربعات، فقد كان أمرًا غير متوقع.

ترجِّح المحاكاة الجزيئية الديناميكية التي قام بها الباحثون أن تتشكل شبكة مربعة، كالتي شوهدت في التجربة، إلا أن تفاصيل هذا الترتيب الغريب لا تزال لغزًا. فهل هناك أيّة سوابق لمثل هذه البِنَى المربعة من جزيئات الماء؟ نعم، هناك البعض منها. توفر البيانات الطيفية ونتائج المحاكاة للتجمعات الصغيرة من جزيئات الماء[7-9] أدلة على أن مجموعات من جزيئات الماء يمكن أن تكون لها تركيبات شبيهة بالمكعبات، ذات روابط هيدروجينية متدلية ومتاحة من حيث المبدأ لتشكِّل شبكات أكثر اتساعًا. وقد خلصت دراسة أخرى[10] دمجت بين المحاكاة الديناميكية الجزيئية وتجارب حيود النيوترونات إلى أن ديناميات الماء المحصور في أنابيب الكربون يمكن تفسيرها بانتظام الجزيئات في مصفوفات ثابتة شبه مربعة، ملتفة على السطح الداخلي للأنابيب في هيئة أسطوانة، تتنقل من خلالها جزيئات الماء الأخرى انتقالًا متسلسلًا، إلا أن ألجارا سيلير وزملاءه كانوا أول مَنْ شاهدوا مباشرة بنية ممتدة ثنائية الأبعاد شبه مربعة في تجارب جزيئات الماء.

ويبقى أن نرى ما إذا كان ما شاهده الباحثون ذا صلة بنقل جزيئات الماء في الطبيعة في نطاق النانو، أم لا. فعلى سبيل المثال.. ينظم بروتين القناة المائية الأكوابورين المنتشر على أسطح الخلايا الحية في عديد من الكائنات تدفق جزيئات الماء عبر غشاء الخلية. وتنطوي آلية التحكم في تدفق جزيئات الماء على مزيج من التفاعلات الكارهة hydrophobic والمُحِبَّة hydrophilic للماء بين السطح الداخلي للقناة المائية وجزيئات الماء[11]، وهي تفاعلات دائرية في المقطع العرضي، وليست مستوية، كما هو الحال مع رقائق الجرافين. ومع ذلك.. فنتائج الجرافين مثيرة للاهتمام، وربما تثير نِقاشًا حول طبيعة الماء في القنوات والسطوح البيولوجية. سيُسَرّ العالِم فان در فال، بلا شك، إذا عَلِمَ

أن القوى الرئيسة التى وصفها منذ زمن بعيد قد أدَّت إلى اكتشاف طور غير متوقع لجزيئات الماء في يومنا هذا. ■

ألان ك. سوبر يعمل في معمل "أيسيس"، التابع لمجمع معامل العلوم والتكنولوجيا، مختبر دذرفورد أبليتون، هاورد أكسفورد، ديدكوت، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: alan.soper@stfc.ac.uk

1. Petrenko, V. F. & Whitworth, R. W. *Physics of Ice* (Oxford Univ. Press, 1999).
2. Algara-Siller, G. *et al. Nature* **519,** 443–445 (2015).
3. Rowlinson, J. S. & Widom, B. *Molecular Theory of Capillarity* Int. Ser. Monogr. Chem. (Clarendon, 1982).
4. Lei, Y. A., Bykov, T., Yoo, S. & Zeng, X. C. *J. Am. Chem. Soc.* **127,** 15346–15347 (2005).
5. Xue, Y.-Q., Yang, X.-C., Cui, Z.-X. & Lai, W.-P. *J. Phys. Chem. B* **115,** 109–112 (2011).
6. London, F. *Trans. Faraday Soc.* **33,** 8b–26 (1937).
7. Gruenloh, C. J. *et al. Science* **276,** 1678–1681 (1997).
8. Keutsch, F. N. & Saykally, R. J. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **98,** 10533–10540 (2001).
9. Perera, P. N. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **106,** 12230–12234 (2009).
10. Kolesnikov, A. *et al. Phys. Rev. Lett.* **93,** 035503 (2004).
11. Agre, P. & Kozono, D. *FEBS Lett.* **555,** 72–78 (2003).

الأحياء المجهرية

كيف تحصل البكتيريا على المُباعِدات من الفيروسات؟

تَستخدِم البكتيريا أنظمة CRISPR–Cas لتطوير المناعة ضد الفيروسات. وقد تم مؤخرًا توضيح تفاصيل كيفية اختيار هذه الأنظمة لأجزاء الحمض النووي الفيروسي وإدماجها داخل الحمض النووي البكتيري؛ لخلق ذاكرة للمهاجمين.

إيدو يوسف، وأُودي قِمْرون

منذ أقل من عقد مضى، كانت الذاكرة المناعية تُعتبر صفة مميزة للفقاريات. وقد استخف العلماء باحتمال أن تكون البكتيريا قادرة على "تذكُّر" الفيروسات التي تهاجمها. وحتى الآن، يتضح أن مفهوم الذاكرة المناعية البكتيرية العسير على التصديق موجود رغم كل شيء[1-3]. وقد تم نشر بحثين في هذا الموضوع عن طريق هيلير وزملائه[4]، ونونيز وزملائه[5]، الذين طوروا كثيرًا من فهمنا للآلية الجزيئية لهذه الظاهرة.

إن البكتيريا تتذكر مهاجمها الفيروسي عن طريق أخذ عينة لتتابعات حمض نووي قصيرة تُعرف بـ"المباعِدات الأولية" من الفيروسات. يتم دمج هذه التتابعات داخل الحمض النووي الخاص بالخلية البكتيرية، خصوصًا داخل مصفوفة من التتابعات المتكررة، تُدعى تجمُّعات التكرارات المتعاقبة القصيرة المتباعدة بانتظام clustered regularly interspaced short palindromic repeats (CRISPRs)، (كريسبرز-الشكل 1)، وتدعى التتابعات المُدمجة بـ"المُباعدات". وحينما تُهاجَم الخلية البكتيرية بانتظام من قِبل فيروس معروف، يتم نسخ المُباعِدات من المصفوفة، وتستخدم لإرشاد مركب يحتوي كريسبر المرتبط به بروتينات(Cas)، تفصل المباعدات الأولية في جزيئات الحمض النووي الفيروسي[1].

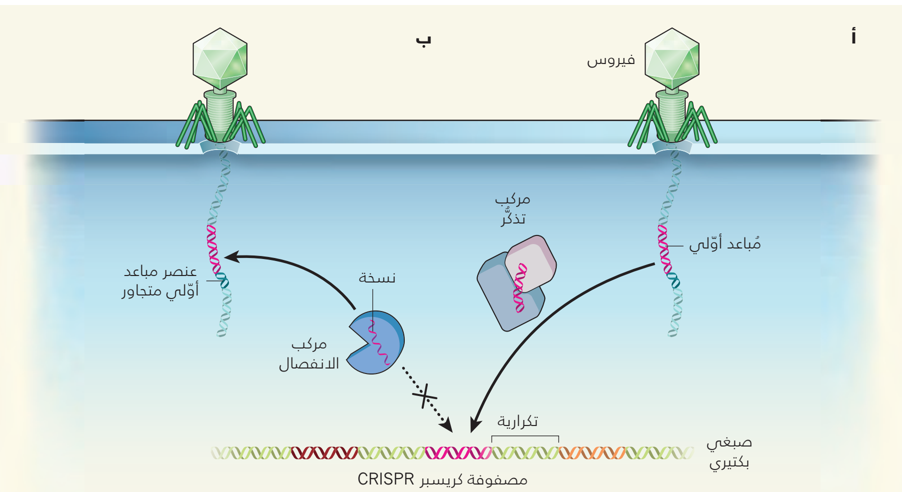
قد يحدث تدمير عرضي لمصفوفة كريسبر CRISPR، إذا أرشدت المُباعدات المُستنسخة بروتينات كاس Cas لتفصلها، مؤدية إلى تدمير كارثي للمادة الجينية البكتيرية. ولتجنب هذه المناعة الذاتية المُحتملة، تحتوي بعض البكتيريا على أنظمة كريسبر- كاس، التي تقوم بفصل تتابعات الحمض النووي المستهدفة فقط، إذا كانت مُحاطة بالتتابعات المعروفة بعناصر المُباعدات الأولية المتجاورة protospacer adjacent motifs (PAMs)[6]. والتتابعات التكرارية التي تحيط بالمباعِدات داخل مصفوفات كريسبر تفتقد عناصر المباعدات الأولية المتجاورة PAMs؛ وبالتالي لا تستطيع الانفصال أو الانشقاق (الشكل 1).

والآلية التي يتم عن طريقها اختيار المُباعدات، والتي تستهدف فقط المباعدات الأولية المرتبطة بعناصر المباعدات الأولية المتجاورة PAM ما زالت غير معروفة. ولقد أظهر هيلير وزملاؤه أن بروتين Cas9 في نوعين من البكتيريا العقدية *Streptococcus* قد اختبر للمباعِدات التي تملك عناصر PAM صحيحة. وقبل ذلك، كان الدور الرئيس المعروف للبروتين هو فصل الحمض النووي المستهدَف.

عندما قام الباحثون باستبدال بروتينات Cas9 بأخرى تملك مواصفات مختلفة لعناصر المباعدات الأولية المتجاورة PAM، وجدوا أن تتابع PAM للمباعدات المطلوبة تغيَّر بالتبعة. وبناءً عليه، فأنظمة CRISPR-Cas تستخدم قدرة بروتين Cas9 بكفاءة في التعرف على تتابعات PAM من أجل الذاكرة، كما تستخدمها من أجل الفصل، فبدلًا من امتلاك بروتينات مخصصة للذاكرة، تطوِّر تَعَرُّف PAM من الصفر. وفي أنظمة CRISPR-Cas الأخرى، كتلك التي وُجدَت في بكتيريا الإيشيريشيا كولاي، تملك بروتينات الذاكرة قابلية حقيقية للتذكر، على الأقل جزئيًّا؛ من أجل المباعدات الأولية لنسخ عناصر PAM من خلال آلية مجهولة حتى الآن[3]. لقد استمر هيلير ومعاونوه في إظهار أن بروتين Cas9 مطلوب، ليس فقط لتحديد تتابع PAM للمباعدات الأولية المطلوبة، بل لدمج المباعدات داخل CRISPR أيضًا. وهذه الخاصية مميزة لـCas9، وتعتبر البروتينات التي تفصل الأحماض النووية في أنظمة CRISPR-Cas الأخرى المدروسة ليست مطلوبةً في عملية الدمج-3، لكنها قد تحسِّن العملية في ظروف معينة[7].

لقد أضافت هذه النتائج تفاصيل جوهرية لآلية التذكُّر الجزيئي التي تم الكشف عنها عن طريق دراسات حيوية[3،7-9]. فكل مباعد يندمج داخل مصفوفة كريسبر CRISPR بتكرارية جديدة، ومن المعروف أن التكراريات المندمجة حديثًا تحافظ على تسلسل التكرار الموجود على الناحية الأخرى من المُباعِد الجديد[3]، وأنه من المحتمل أن يحدث دمج المباعدات الحديثة عن طريق فصل شريطي الحمض النووي لذلك التكرار[9]، لكن هناك حاجة إلى مزيد من المعلومات، بالإضافة إلى أنه طال انتظار التجارب المعملية التي تسمح بمزيد من التفاصيل الآلية، التي لم يتم الكشف عنها بعد.

لقد أنشأ نونيز وزملاؤه نظامًا كهذا، مكونًا من: بروتينات التذكر لبكتيريا الإيشيريشيا كولاي، وحمض نووي حلقي



الشكل 1 | الاستجابة المناعية البكتيرية. أ، عندما تُهاجَم البكتيريا عن طريق الحمض النووي الفيروسي، تختار مركبات التذكُّر البروتينية لنظام الكريسبر-كاس المناعي تتابعات قصيرة (مباعدات أولية) من الـDNA الغريب، وتقوم بإدماجها كتتابعات مباعِدة في الصبغي الخاص بها. تُعرف المباعدات المُدمجة في مصفوفة التتابعات المتكررة بتجمعات التسلسلات القصيرة المتعاقبة المفصولة–أو المُباعَدة -داخليًّا بانتظام (كريسبر CRISPR)، وتُظهِر الصورة مباعدات مختلفة باللون البرتقالي، والوردي، والأحمر. **ب**، إذا كانت البكتيريا معرضة بالتالي للحمض النووي المواجه، فإن نسخة المباعد ترشد مركب الفصل البروتيني؛ لفصل المُباعِد الأولي. في بعض أنظمة كريسبر- كاس، يحدث الفصل فقط إذا كان المباعد الأوّلي مُحاطاً بعنصر مباعد أوّلي متجاور (PAM)، ولا تنفصل مصفوفة كريسبر بسبب افتقاد المباعدات لعناصر PAMs. لقد سجل كل من هيلير وزملائه[4]، ونونيز وزملائه[5] تفاصيل الآليات الجزيئية التي عن طريقها تختار أنظمة "كريسبر- كاس"، وتدمج المباعدات في الحمض النووي البكتيري.

(بلازميد plasmid DNA) شديد الالتفاف كجزيء مستقبِل للمباعد، وحمض نووي مزدوج الشريط - (ds DNA) يعمل كجزيء مانح للمُباعِد. لقد برهن الباحثون في البداية على صلاحية نظامهم المعملي، عن طريق استخدامه في تعزيز خصائص عملية تذكُّر CRISPR التي تم الحصول عليها من تجارب تمت في الوسط الحيوي. لقد استمروا في تحليل تسلسل عالي الإنتاجية للمباعدات المُدمجة معمليًّا، وأظهروا أن بروتينات التذكُّر تدمج المباعدات في الاتجاه الصحيح عن طريق التعرف على قاعدة نيوكليوتيد معينة في PAM.

الأهم من ذلك.. أن نظامهم يسمح باستبدال المباعد المانح بسهولة بحمض نووي ذي تتابعات مختلفة، وتعديلات نهائية، وتركيبات شريطية، مما يُمكِّن تأثير هذه الخصائص من دمج المباعدات؛ لكي تتم دراستها. وفي هذه الطريقة، أظهر نونيز وزملاؤه أن مجموعة الهيدروكسيل (OH) في النهايات ´3 لركائز شريط الحمض النووي المزدوج أساسية لعملية الاندماج. وعلى هذا الأساس، وحسب خصائص العمليات الوسيطة التي تم التعرف عليها في تجارب الوسط الحيوي، اقترح الباحثون نموذجًا معقولًا للغاية لعملية دمج المباعد. في ذلك النموذج تحفز إنزيمات التذكُّر تكوين رابطة بين النهاية ´3 شريط المباعِد المُفضَّل وشريط محدد عند نهاية التسلسل المتكرر (التكرار). ويتبع هذا تكون رابطة بين النهاية ´3 لشريط المُباعِد المكمل والشريط المكمل عند النهاية الأخرى من التكرار. (انظر الشكل 5 من البحث).

إن الإحكام في مقاربات التجارب المعملية في دراسة الأنظمة الحيوية يكمن في أن جميع المكونات مُضافة صناعيًّا للتفاعل، وبالتالي فمتطلبات وخصائص كل مُكوِّن يمكن تعريفها والتلاعب بها. ومن الممكن حدوث اختلافات عما يحدث في النشاط الفسيولوجي، وذلك نابع إما من استخدام بيئة كيميائية مختلفة عن تلك الموجودة في الوسط الحيوي، أو من غياب العناصر التنظيمية. وعلى الرغم من أن بعض المواد قد لا تكون أساسية في توليد المنتج النهائي للتفاعل، إلا أنها قد تملك دورًا رئيسًا في العملية الفسيولوجية.

لقد أقر نونيز وزملاؤه بمثل هذه الاختلاف.. فدراسات الوسط الحيوي كشفت عن أن دمج المباعد يحدث غالبًا عند التكرار الأول لمصفوفة كريسبر CRISPR array[3-7]. وعلى نقيض ذلك.. لاحظ الباحثون أن عملية دمج المباعِد في نظام الوسط المعملي تتوزع بالقرب من التكرارات الأخرى، وحتى خارج مصفوفة كريسبر. ورأى الباحثون أن هذا يمكن أن يمثل طريقة فسيولوجية في توليد مصفوفات جديدة. وهذا احتمال معقول، لكن العناصر التنظيمية في الوسط الحيوي، أو في الظروف الفسيولوجية غالبًا ما تحدّ أو تمنع هذا التوزيع، وتوجِّه عملية الدمج في مكان محدد.

كما أقر الباحثون بأن المباعدات المانحة ناسخة PAM لا تعتبر ركائز (وحدات بناء) مُفضلة في المعمل، على النقيض مما يُرى في الوسط الحيوي[3]. وإضافة إلى ذلك.. لاحظوا أن أطوال المباعدات المدمجة قد تختلف إلى حد كبير، في حين أن مصفوفات المباعدات الناتجة في الظروف الطبيعية لها طول محدد.

ويمكن تفسير هذه الاختلافات عن طريق حقيقة أن النظام المعملي يحاكي المرحلة الأخيرة لعملية دمج المباعد فقط، بخلاف الخطوات الأولى في العملية الطبيعية، التي قد تأخذ في الحسبان أهمية PAM وأطوال المباعد المحددة المُلاحَظة في الوسط الحيوي.

إن الاختلافات بين الدراسات المعملية وتلك الجارية في الوسط الحيوي تسلط الضوء على السؤال الأساسي عمّا يحدد الطول الثابت للمباعدات المكتسبة حديثًا في الوسط الحيوي. هل يتم توجيهها عن طريق مركب بروتيني يسلم المباعد المعالَج لإنزيمات التذكر؟ لو كان الأمر كذلك، فما هي تلك البروتينات؟ إن نظامًا معمليًّا يتكون من جميع العناصر التي تحفز كل خطوة في التفاعل لهُوَ أمر مطلوب لحل كل هذه الأسئلة.

إن عناصر المباعدات الأولية المتجاورة PAMs تحمي من المناعة الذاتية ضد مصفوفة كريسبر CRISPR، لكنها أيضًا يمكن أن تحدث إذا قام -عرضًا- نظام CRIPR-Cas بفصل تتابعات أخرى في الحمض النووي. إذن، كيف يمكن منع حدوث هذا الأمر؟ من المعروف[3,10] أن جزيئات الحمض النووي الأجنبية قد تم تمثيلها بأنظمة كريسبر-كاس CRIPR-Cas أكثر من صبغي العائل. ومن ثم، ينبغي أن تحقق الأعمال المقبلة في الآلية التي يخضع لها هذا التمثيل الاختياري. ■

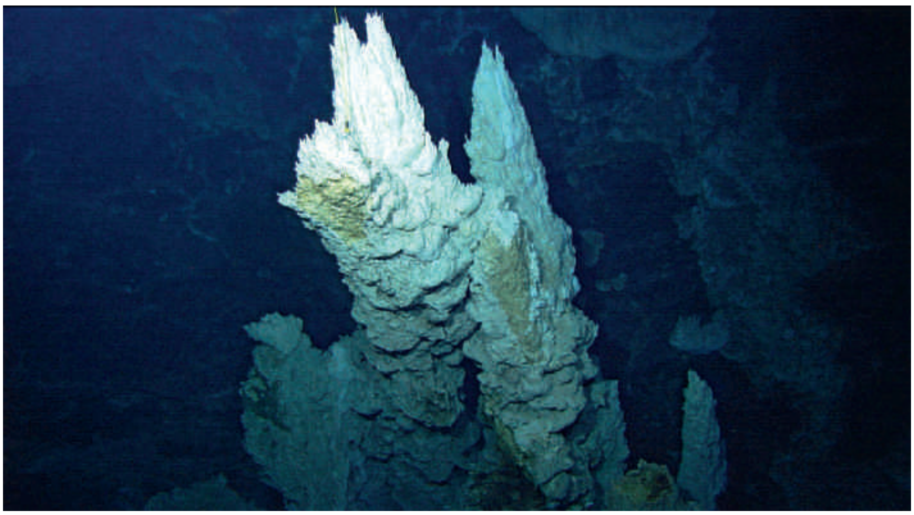
إيدو يوسف، و**أُودي قِمْرون** من قسم الأحياء المجهرية الطبية والمناعة، مدرسة ساكلار للطب، جامعة تل أبيب، 69978، إسرائيل.
البريد الإلكتروني: ehudq@post.tau.ac.il

1. Barrangou, R. *et al. Science* **315,** 1709–1712 (2007).
2. Brouns, S. J. J. *et al. Science* **321,** 960–964 (2008).
3. Yosef, I., Goren, M. G. & Qimron, U. *Nucleic Acids Res.* **40,** 5569–5576 (2012).
4. Heler, R. *et al. Nature* **519,** 199–202 (2015).
5. Nuñez, J. K., Lee, A. S. Y., Engelman, A. & Doudna, J. A. *Nature* **519,** 193–198 (2015).
6. Mojica, F. J. M., Díez-Villaseñor, C., García-Martínez, J. & Almendros, C. *Microbiology* **155,** 733–740 (2009).
7. Datsenko, K. A. *et al. Nature Commun.* **3,** 945; http://dx.doi.org/10.1038/ncomms1937 (2012).
8. Swarts, D. C., Mosterd, C., van Passel, M. W. & Brouns, S. J. J. *PLoS ONE* **7,** e35888 (2012).
9. Arslan, Z., Hermanns, V., Wurm, R., Wagner, R. & Pul, U. *Nucleic Acids Res.* **42,** 7884–7893 (2014).
10. Nuñez, J. K. *et al. Nature Struct. Mol. Biol.* **21,** 528–534 (2014).

علم الكواكب

عيون إنسيلادوس الحارَّة

يشير اكتشاف جزيئات غنية بالسيليكون ـ مصدرها قمر زحل إنسيلادوس ـ إلى أن تفاعلات الماء والصخر تحدث داخل هذا القمر في الوقت الراهن، وهو الدليل الأول على نشاط مائي حراري خارج الأرض.



الشكل 1 | حقل المدينة المفقودة الحراري المائي أسفل وسط المحيط الأطلسي. هذه المداخن المكونة من الحجر الجيري، التي يبلغ إرتفاعها 60 مترًا، والتي تُخرِج سوائل في درجة حرارة 90 درجة مئوية، قدَّم هسو وزملاؤه[2] دليلًا على وجود بيئة مائية مماثلة لها في إنسيلادوس (قمر زحل الثلجي).

جابرييل طوبي

يُعتقد أن هناك أجسامًا عديدة لكواكب قد أنتجت نشاطًا مائيًّا حراريًّا ـ تفاعلات بين الماء والصخر ـ كنتيجة لدورة الماء الحار أثناء المراحل الأولى للنظام الشمسي، لكن كوكب الأرض هو الكوكب الوحيد الذي يحدث فيه مثل هذا النشاط الآن. وفي عام 2005، اكتشفت سفينة الفضاء كاسيني فورات من بخار الماء والثلج تنبعث من شقوق طويلة ودافئة في القطب الجنوبي لإنسيلادوس. يشير اكتشاف حبيبات مملحة ثلجية في انبعاثات[1] إنسيلادوس بوضوح إلى وجود بيئة محيطية أسفل قشرته الثلجية، ويشير أيضًا إلى رشح الصخور بالماء الساخن، في الماضي على الأقل. في العدد 162 من دورية *Nature* الطبعة الإنجليزية يقدم هسو وزملاؤه[2] لمحات عن العمليات المائية الحرارية النشطة على سطح إنسيلادوس.

بدأت هذه القصة منذ عقد مضى، أثناء اقتراب المركبة كاسيني من زحل، عندما اكتشف أحد أجهزة مركبة الفضاء جزيئات ترابية صغيرة، سُميت بجزيئات التدفق، تهرب إلى المساحة بين الكواكب، خارجةً من نظام زحل[3]. أظهر تحليل هذه الجزيئات أنها غالبًا في حجم النانومتر، وغنية بالسيليكون، على عكس الجزيئات الغنية بالثلج، التي كانت شائعة في بيئة زحل. وقد ظل أصل هذه الجزيئات غامضًا لسنوات. وتطويرًا لنمذجتهم السابقة للظاهرة[4]، قام هسو وزملاؤه بمحاكاة ديناميكية إخراج هذه الجزيئات، وتتبُّع

مصدرها الأكثر احتمالًا: حلقة زحل E، وهي حلقة ضعيفة تتكون في الأغلب من حبيبات ثلجية صغيرة، تمتد بين مدارات القمرين (ميماس، وتيتان). ولأن إنسيلادوس هو مصدر الجزيئات في الحلقة E[5]، فلا بد أن يكون هو أيضًا المصدر الأساسي لجزيئات التدفق الغنية بالسيليكون، التي كانت على نحو محتمل متحدة مع حبيبات الثلج.

بتحليل الطيف الكتلي للجزيئات، خَلُصَ المؤلفون الي أن المكون الغالب هو السيليكا (SiO_2 ثاني أكسيد السيليكون). وهذا أكثر احتمالًا من السيليكون الصافي، أو كربيد السيليكون (SiC)، وهما الاحتمالان الآخران. والسيليكا شائعة جدًا على الأرض، وتوجد غالبًا علي هيئة كوارتز، لكن وجود جزيئات من السيليكا بحجم النانو في بيئة زحل أمر غير متوقع. وقد استبعد هسو وزملاؤه تكسُّر حبيبات أكبر كعملية محتملة لتفسير النطاق الضيق لتوزيع أحجام جزيئات الانبعاث. إنّ تركيب وتوزيع الحجم لا بد إذًا أن يكون موروثًا من عملية تكوين الجزيئات، التي يبدو غالبًا أنها كانت عملية تبلور سريعة لجزيئات السيليكا النانوية من محاليل مائية عالية التشبع.

وباستخدام التجارب المعملية، أوضح المؤلفون مؤخرًا أن جزيئات السيليكا بهذا التوزيع الحجمي المميز يمكن إنتاجها فقط تحت حالات حرارية فيزيائية معينة، وهو ما يمكِّن من استنتاج الحالة الحرارية لباطن إنسيلادوس. وتحديدًا، فإن منطقة من اللب الصخري لا بد أن تكون درجة حرارتها 90 درجة درجة مئوية على الأقل، ولا بد أيضًا أن تكون متلامسة مع ماء الأس الهيدروجيني، بأعلى من 8.5 لتكون قادرة علي إذابة السيليكا بكميات كافية؛ والملوحة المحيطية لا بد أن تكون أقل من 4%، والأس الهيدروجيني المحيطي لا بد أن يكون في حدود 8.5 إلى 10.5؛ ليسمح بتكوين حبيبات سيليكا كثيرة ذات حجم نانومتري.

درجة حرارة اللُّب المستنتجة عالية بصورة غير متوقعة لجسم في حجم إنسيلادوس (قطره 500 كم تقريبًا)، وخاصة مع الوضع في الاعتبار أن دورة المياه العميقة لا بد أن تبرد الباطن بفاعلية[6]. ولا بد أن يوجد مصدر حرارة قوي؛ ليرفع درجة حرارة اللُّب لأكثر من 90 درجة درجة مئوية.. على الأغلب هو احتكاك المد والجَزْر، ومن المحتمل أيضًا أن تكون تفاعلات الماء والصخر المنتجة للحرارة والمعروفة بتفاعلات "السربنتنة"[7]، لكن هناك حاجة إلى نموذج ما، لتحديد ما إذا كان سريان المد والجزر وعملية "السربنتنة" في اللُّب يمكن أن تعطي طاقة كافية في الوقت الحالي، أم لا، لتسمح بنشاط حراري مائي. وفي هذه الحالة... لكَمْ من الوقت؟.

ومما يثير الفضول، أن الظروف التي استدل عليها هسو وزملاؤه في نظام الماء والصخر الخاص بإنسيلادوس شبيهة بتلك الموجودة على الأرض في حقل حراري مائي اعتيادي يُسمى بالمدينة المفقودة، تم اكتشافه في أوائل القرن الواحد والعشرين في وسط المحيط الأطلنطي[8,9]. يتكون هذا الحقل الحراري المائي من مداخن من الحجر الجيري، يبلغ طولها 60 مترًا، تتسرب منها سوائل أساسية فقيرة معدنيًّا (أُس هيدروجيني 10-11) في درجة حرارة 90 درجة مئوية؛ السوائل غنية بالهيدروجين والميثان المنتج بطريقة غير عضوية ومكونات عضوية أخرى. وللمقارنة، فإن أغلب الحقول الأخرى المعروفة تُغذى بمحاليل (أس هيدروجيني 3-5)، غنية بالمعادن والكبريتيد في درجات حرارة أعلى من 300 درجة مئوية (المرجع رقم 8).

ولأنها باردة نسبيًّا، فقد افتُرِض أن المدينة المفقودة تناظر[9] الأنظمة المائية الحرارية في الأقمار الجليدية النشطة. وتؤكد النتائج الحالية ذلك، بل أكثر من هذا.. حيث إن التسربات المائية الحرارية القلوية ربما تكون مكان ميلاد الكائنات الحية الأولى في كوكب الأرض قديمًا، وبالتالي فإن اكتشاف بيئات مماثلة على إنسيلادوس يفتح آفاقًا جديدة للبحث عن حياة في أماكن أخرى في النظام الشمسي.

خَلُصَ هسو وزملاؤه إلى أن جزيئات السيليكا لا بد أن تكون قد نُقلت من المصدر المائي الحراري إلى الفجوات بالقرب من السطح في وقت قصير نسبيًّا ـ من شهور إلى سنين ـ حتى تحدّ من نمو الجزيئات. يوحي هذا بأن عينات من المواد التي تنطلق من فجوات إنسيلادوس الدافئة قد تقدم فرصة نادرة للفحص المباشر للعمليات المائية، التي يمكن أن تكون قبل-أحيائية، هذه العمليات تحدث حاليًا على عمق في قلب إنسيلادوس الصخري. وتشير اكتشافات كاسيني مع استنتاجات هسو وزملائه إلى عمليات كيميائية معقدة محتملة في جوف إنسيلادوس المائي. وسوف تحلِّق كاسيني خلال أعمدة انفجار القمر في وقت متأخر من هذا العام، لكن المهمات المستقبلية فقط يمكن أن تساعد في تحسين البحث الميداني[10,11]، وقد تعود بعيِّنات للأرض، تكون قادرة على تأكيد احتمال وجود حياة في الفضاء، و على إظهار أسرار ينابيع إنسيلادوس الحارة. ■

جابرييل طوبي يعمل في معمل علم الكواكب والجيوديناميكا، جامعة نانت، CNRS, UMR-6112، نانت، فرنسا.

1. Postberg, F., Schmidt, J., Hillier, J., Kempf, S. & Srama, R. *Nature* **474,** 620–622 (2011).
2. Hsu, H.-W. *et al. Nature* **519,** 207–210 (2015).
3. Kempf, S. *et al. Science* **307,** 1274–1276 (2005).
4. Hsu, H.-W. *et al. J. Geophys. Res. Space Phys.* **116,** A09215 (2011).
5. Kempf, S. *et al. Icarus* **193,** 420–437 (2008).
6. Travis, B. J. & Schubert, G. *Icarus* **250,** 32–42 (2015).
7. Malamud, U. & Prialnik, D. *Icarus* **225,** 763–774 (2013).
8. Kelley, D. S. *et al. Nature* **412,** 145–149 (2001).
9. Kelley, D. S. *Oceanography* **18,** 32–45 (2005).
10. Tobie, G. *et al. Planet. Space Sci.* **104,** 59–77 (2014).
11. McKay, C. P., Anbar, A. D., Porco, C. & Tsou, P. *Astrobiology* **14,** 352–355 (2014).

الفيزياء الكَمِّيّة

تجربة هونج–أُو–ماندل

تم مؤخرًا تطبيق تجربة هونج-أُو-ماندل باستخدام ذرّات الهليوم-4، حيث يُرسَل اثنان من الجسيمات الكمية المتماثلة خلال مدخلي "شاطر أشعة"، يخرجهما دائمًا معًا من منفذ الإخراج نفسه.

ليندسي جيه. لوبلانك

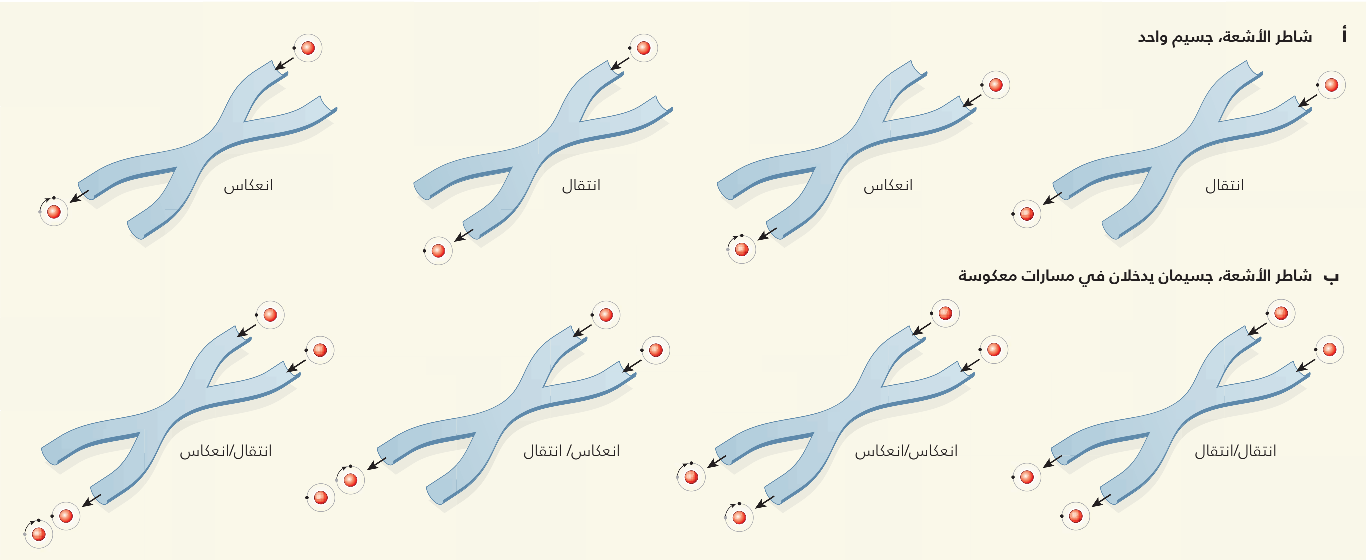
تُوصف جميع الجسيمات، بما في ذلك الفوتونات والإلكترونات والذرات، من خلال قائمة مميزة من "أعداد الكم". ولا توجد وسيلة للتفريق بين أزواج الجسيمات التي تتطابق قوائمها. وقد تجلّت[1] واحدة من العواقب الأكثر إثارة في ميكانيكا الكَمّ، الناشئة من عدم إمكانية التمييز هذه، في تجربة هونج - أو - ماندل (HOM) في عقد الثمانينات، حيث أظهر الباحثون في تلك التجربة أنه إذا اقترب فوتون من منطقة تقاطع بين مسارين، فإن احتمالات خروجه من أي المسارين متساوية، بينما تخرج الأزواج المماثلة معًا من الفوتونات التي تصل إلى مسار التقاطع من مسارين مختلفين. يوضح لوبس وزملاؤه[2] هذه الظاهرة لتداخل جسيمين كَمِّيَّين متماثلين ـ ومن ثم لا يمكن تمييزهما ـ من خلال ذرات الهليوم-4. وتقدِّم النتائج فرصة لتوسيع التقدم المُحرَز في مجال البصريات الكمية إلى عالم النظم الذَّرِّيّة، خاصة بالنسبة إلى التطبيقات في المعلوماتية الكمية.

تماثل تجربة هونج-أُو-ماندل ـ بشكل أو آخر ـ الزواج، حيث تماثل حياة زوجين قادمين من مسارين منفصلين سلوك الذرات، فهما وإنْ افترقا بشكل ما، سيكملان معًا في مسار واحد. هكذا رأيت وأنا أبحث عن هدية مناسبة لزميلي بالمختبر المقبل على الزواج. أهديته وزوجته بطاقة تصف العلاقة الرياضية لتلك التجربة، و"شاطر أشعة" زجاجيًّا، باعتباره مكونًا رئيسًا في تمثيل تلك العلاقة بصريًّا، حيث سيلعب هذا المكعب الزجاجي دور نقطة التقاطع، ينفذ منه نصف الضوء الساقط على أيٍّ من وجوهه المصقولة الأربعة، مع انعكاس النصف المتبقي. وفي حالات الجسيمات المفردة، تكون احتمالات المرور والانعكاس متساوية. تتطلب كل تجارب هونج-أُو-ماندل آلية "50:50 شطر الأشعة" التي ترسل الجسيمات الكمية الواقعة على طول مسار أحد المدخلين إلى أحد مساري المخرجات باحتمال نسبته 50% (الشكل 1أ).

يُظهِر التحليل الدقيق أنه يجب أن تكون هناك علاقة واضحة المعالم بين مدخلات ومخرجات شاطر الأشعة الفوتونية، يتطلبه مبدأ حفظ الطاقة في الصورة الكلاسيكية لشاطر الأشعة الفوتونية[3]، أو عن طريق خاصية تُعرف في مصطلحات الكم بـ"الوحدوية"[4]. تثبِّت هذه العلاقة في حالة الموجات الكلاسيكية من المواقع النسبية لقمم وقيعان الموجات الناتجة، حسب الموجات المدخلة، بينما في حالة الجسيمات الكمية تظهر هذه العلاقة بوصفها "طورًا" نسبيًّا بين طور الدالة الموجية للجسيمات المدخَلة والمخرَجة. ورغم أن احتمال العثور على جسيم في مسار خروج معين يعتمد فقط على سعة دالته الموجية، إلا أنه من المهم معرفة الطور الموجي، خاصة عند تحديد الدالة الموجية للمخرجات، وما يخصها من احتمالات الخروج، لاثنين أو أكثر من الجسيمات.

وإذا دخل جسيمان شاطر أشعة، يقسِّم الأشعة بنسبة 50:50، نصبح أمام أربعة احتمالات: احتمالين بخروج الجسمين معًا من المخرج الأول أو الثاني، واحتمالين بخروج الجسمين من مسارات مختلفة (الشكل 1ب). في هذه الحالات، تتراكم أطوار دالة الخروج الموجية للجسيم الواحد في طور خروج عام. وتعتمد نتيجة التجربة على عدم إمكانية التمييز بين الجسيمات، حيث لا يوجد فرق ملموس بين نتيجتين، تخرج فيهما الجسيمات خلال مسارات مختلفة. وتتميز أطوار الخروج العامة لهذه النتائج ـ التي لا يمكن تمييزها ـ بأنها عكس بعضها البعض، وعندما تضاف معًا باستخدام قواعد الكَمّ للبوزونات (جسيمات لها أعداد مغزلية صحيحة، وهي خاصية كمية مشتركة في كل من الفوتونات وذرات الهليوم-4)، تتداخل هاتان النتيجتان المحتملتان؛ وتتلاشيان. وتكون النتائج الوحيدة المتبقية هي تلك التي مع اثنين من الجسيمات في مسار خروج واحد. ونتيجة لذلك.. يحظر فيزيائيًّا الكشف المتزامن عن نواتج

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | شاطر الأشعة والاحتمالات الكمية. كل شاطر أشعة (الأزرق) مُمثَّل بمسارين للمدخلات (يسار) ومسارين للمخرجات (اليمين). نتعامل هنا مع شاطر للأشعة الفوتونية يعمل وفق نسبة "50:50"، حيث تتساوى احتمالات الخروج. ويظهر الجسيم في شكل دائرة حمراء، وطور دالته الموجية في شكل نقطة سوداء على الدائرة الرمادية. ولا يمكن قياس الأطوار الفردية مباشرة. **أ**، وتتساوى احتمالات خروج الجسيم من أيٍّ من المدخلات، وكذلك بالنسبة إلى احتمالات انتقال الجسيم وانعكاسه. وفي حالة الانعكاس، يتغير الطور بقدر 90 درجة. **ب**، بالنسبة إلى الجسيمات المدخلة من كل المسارين، تكون هناك أربع نتائج محتملة. ومع ذلك.. تعتمد النتائج بشكل عام على إضافة الاحتمالات الفردية باستخدام قواعد ميكانيكا الكَمّ. وبالنسبة إلى لجسيمات البوزونية، مثل الفوتونات وذرات الهليوم-4، موضوع دراسة لوبس وزملائه[2]، لاتؤخذ أول نتيجتين للمخرجات (انتقال/انتقال، وانعكاس/انعكاس). وتتبقى فقط نتائج مخرجات الحالة الثالثة والرابعة.

خروج جسيم واحد من مسارين مختلفين (العد المتزامن).

عرض لوبس وزملاؤه تداخلًا كميًّا لجسيمين باستخدام ذرات الهيليوم-4. ارتبطت مسارات الذرات بسرعاتها في التجربة التي أجروها، والتي يتم التحكم فيها عن طريق نقل الزخم بشكل انتقائي من الضوء وإليه في عمليات امتصاص وانبعاث[5,6]. أولًا، أعد الباحثون "زوجًا توأمًا" عن طريق استخراج ذرتين متماثلتين بسرعات مختلفة من خزان ذرات. ثانيًا، استخدموا نبضات ضوئية؛ لتعديل عزم الذرات، بحيث يلتقي الزوج. تتحرك الذرة في المسار الأول بسرعة v_1، وتتحرك الأخرى في المسار الثاني v_2. كما تم تطبيق آلية شاطر الأشعة في الانعكاس والانتقال عن طريق تغيير سرعات الذرات "باحتمال نسبته 550 من v_1 إلى v_2، والعكس.

واصلت الذرات الانتقال، حتى وصلت إلى كاشف وعداد ذري متعدد البكْسل ومُحلل زمني، حيث تصل الذرة ذات السرعة v_1 في وقت مختلف عن الذرة صاحبة السرعة v_2. أعد لوبس وزملاؤه العديد من أزواج التوائم الذرية في فترة زمنية قصيرة، وسجلوا مواقعها الدقيقة وتوقيت وصولها إلى الكاشف: بحيث يكون العد المتزامن هو القياس في موقع معين للجسيم في زمن t_1 يعقبه قياس في t_2. وجد الباحثون أنه على الرغم من وصول عديد من الأزواج الذرية موزَّعة خلال إطارين زمنيين (بالمقابلة مع مساري المخرجات)، فقد وجدوا نقصًا حادًّا لحالات الوصول العشوائي عندما كان الفارق الزمني يساوي t_2-t_1 بالضبط، مشيرًا إلى أن الذرات (زوج متماثل)، لا تخرج من شاطر الأشعة، إلا بالسرعة نفسها. وهذا "الترابط المضاد" هو علامة مميزة لتجربة هونج-أُو-ماندل.

وكما هو الحال في تجارب الكم البصرية لتأثير تجربة هونج-أو-ماندل، توضح النتيجة الحالية أن التجربة أنتجت أزواجًا من الجسيمات المتطابقة و"المتشابكة كميًّا". وتوفر القدرات الفريدة لهذا الجهاز ـ بما في ذلك الجمع بين ذرات الهيليوم-4 المكثفة المستقرة وكاشف الذرات ـ دقة مكانية وزمنية غير متوفرة بالتجارب الأخرى. ويمكن حاليًّا تطبيق بروتوكولات نقل ومعالجة المعلومات الكمية، المماثلة لتلك المستخدمة في النظم البصرية، مع القدرات الجديدة في الأنظمة الذرية، حيث تتفاعل الذرات، على عكس الفوتونات، مع بعضها البعض. ولأن لها كتلة، فإن خواصها الميكانيكية، مثل الزخم، تختلف قيمها، وتُستخدم كمعايير تجريبية.

وإضافة إلى ذلك.. يمكن للذرات أيضًا أن تكون فرميونات (جسيمات بعدد كَمّ مغزلي يساوي نصف العدد الصحيح، مثل الإلكترونات)، كما يمكنها أن تُظهِر تأثير التداخل الكَمِّي وهذا هو المكافئ الفرميوني لتأثير تجربة هونج-أو- ماندل[4]. وقد توافرت بالفعل مشاهدة أدلة على هذه الآلية في الأنظمة الإلكترونية[7]. كما قد يقدم تأثير هونج-أو-ماندل البوزوني المُوضح هنا، ونظيره الفرميوني، آفاقًا جديدة لتطبيق بروتوكولات المعلوماتية الكَمِّيَّة، واستكشاف أسس فيزياء الكَمّ. ■

ليندسي جيه. لوبلانك تعمل في قسم الفيزياء، جامعة ألبرتا، إدمونتون، ألبرتا T6G 2E1، كندا.
البريد الإلكتروني: lindsay.leblanc@ualberta.ca

1. Hong, C. K., Ou, Z. Y. & Mandel, L. *Phys. Rev. Lett.* **59,** 2044–2046 (1987).
2. Lopes, R. *et al. Nature* **520,** 66–68 (2015).
3. Ou, Z. Y. & Mandel, L. *Am. J. Phys.* **57,** 66 (1989).
4. Loudon, R. *Phys. Rev. A* **58,** 4904–4909 (1998).
5. Campbell, G. K. *et al. Phys. Rev. Lett.* **96,** 020406 (2006).
6. Bonneau, M. *et al. Phys. Rev. A* **87,** 061603 (2013).
7. Neder, I. *et al. Nature* **448,** 333–337 (2007).

تنوع حيوي

أثر استخدام الأراضي

يكشف تحليل بعدي أن التغير في استخدام الأراضي تَسَبَّب في تراجع درجة ثراء الأنواع بنسبة تقارب 8.1 % في المتوسط على المستوى العالمي. ويرجع هذا التدهور بصورة أساسية إلى الزيادات الكبيرة في الأراضي الزراعية، وفي المراعي.

برايان مَكْجِيل

يبدو وكأن التأثيرات البشرية على كوكبنا تُظْهِر نفسها في العوامل التالية: لقد ضاعفنا المعدل الذي يدخل به النيتروجين إلى الغلاف الحيوي عن طريق استخدامنا للمخصبات، كما استحوذنا على نصف كمية المياه العذبة ونصف الإنتاجية الكلية للنباتات لأغراضنا الخاصة، كما حوَّرنا ما يقارب نصف الأراضي الموجودة في الكوكب[1,2]. وهناك تخمينات واسعة النطاق بأن هذا التدخل الأخير ـ تحوير نسبة تقارب 50% من المساحة الكلية لليابسة ـ هو العامل البشري الأكثر خطورة على التنوع الحيوي، إلا أن هذه النظرية لم يتم تمحيصها بصورة شاملة من قبل. يصف نيوبولد وزملاؤه[3] محاولة طموحة لتقييم التأثير العالمي لاستخدام الأراضي على التنوع الحيوي في اليابسة.

جَمَعَ المؤلفون مجموعة بيانات مما يزيد على 380 من الدراسات السابقة؛ لمقارنة التنوع الحيوي في المواقع التي لم يُحْدِث البشر بها أي تغيير (مواقع الغطاء النباتي الأصلي أو الرئيس) مع نظيرتها التي حوّرت بواسطة الاستخدام البشري. جمع المؤلفون هذه المجموعة من البيانات مع بيانات أخرى تخص التغير في استخدام الأراضي الذي تسبب به البشر على امتداد 500 عام مضت[4]، إضافة إلى تنبؤات عديدة بخصوص الكيفية التي يمكن أن يعدل بها البشر من استخدام الأراضي



FRANS LANTING/ROBERT HARDING PICTURE LIBRARY

الشكل 1 | يقلل تحويل الأراضي من درجة ثراء الأنواع. يوضح نيوبولد وزملاؤه[3] أن الخسائر الأكثر فداحةً في التنوع الحيوي تنتج عن التغير في استخدام الأراضي، حينما يحوَّل الغطاء النباتي الأصلي إلى أراض زراعية، أو مراع، من قبيل ما حدث بالقرب من حديقة إيجوازو الوطنية في البرازيل.

في المائة عام القادمة. وتختلف العمليات التي تتحكم في التنوع الحيوي باختلاف المستويات[5]، كما أن معظم الدراسات السابقة ركّزت إمّا على الانقراض على مستويات عالمية، أو على عدد الأنواع الموجودة في مناطق معينة (عادةً ما يتزايد عدد هذه الأخيرة في الواقع[6]). وعلى عكس كل ما سبق، حلل نيوبولد وزملاؤه بياناتهم على مستوى محلي، تقل مساحته في العادة عن مساحة ملعب كرة قدم. وتُعَدّ هذه المقاربة أوثق صلة بالطريقة التي يتفاعل بها البشر مع الطبيعة.

وأهم النتائج التي توصل إليها هذا الفريق هي أن التغير في استخدام الأراضي تَسَبَّب في تراجع عدد الأنواع الموجودة في هذه القطع الصغيرة من الأراضي (درجة ثراء الأنواع) بنسبة 8.1 % على امتداد 500 عام بأَخْذ المتوسط على مستوى الكرة الأرضية. ووجد المؤلفون كذلك نسبة تدهور بلغت 10.7% في عدد الكائنات الحية المنفردة، مع تدهور إضافي في درجة ثراء الأنواع، بسبب فقدان الأفراد، لا بسبب فقدان تنوع حيوي يقف وراء ذلك.

تمتاز هذه الدراسة بتوفيرها التفاصيل ذات الصلة بموضع هذه الخسائر، وسببها. وتشمل أنواع التحويرات البشرية التي تمت دراستها تحويل الأراضي إلى مراع، وإلى أراض زراعية، وبساتين، كما تشمل تأثير التمدن والغطاء النباتي الثانوي (الأراضي التي تم التدخل فيها، قبل أن يُسمح للنباتات بأن تنمو فيها من جديد). وجد المؤلفون أن أراضي الغطاء النباتي الثانوي لا يوجد بها إلا نقص طفيف في عدد الأنواع، بينما يتم فقْد أعداد مهولة من الأنواع في الأراضي التي تم تحويلها إلى مراع وأراض زراعية ومناطق حضرية (انظر الشكل 1 في البحث[3]). وعند الأخذ في الاعتبار أن معظم التحولات التي تحدث في الأراضي بسبب التدخلات البشرية تحولها إلى غطاء نباتي ثانوي وأراض زراعية وبساتين، يبدو من الواضح أن الأثر الأكبر على التنوع الحيوي نتج من تحويل الغطاء النباتي الأصلي إلى أراض زراعية ومراع (الشكل 1). ونتيجة لما سبق، نجد أن أفدح الخسائر حدثت في سهوب براري أمريكا الشمالية، وأوروبا، وآسيا، وفي الأراضي الجافة شبه الاستوائية التي تعرضت للرعي الجائر، وفي البلدان التي مرت بتجربة التوسع السريع في الزراعة؛ من أجل توفير الغذاء للأعداد المتزايدة من السكان، من قبيل إندونيسيا، والهند، والبرازيل، والصين (انظر الشكل 3 في البحث[3]). ورغم ما سبق.. يخبئ متوسط 8.1 % هذا الكثير من التنوع، فعلى سبيل المثال.. وجد المؤلفون أن المعدل المنخفض لاستخدام الأراضي الحضرية والكثافات السكانية المعتدلة (كما هو الحال في الضواحي، بالتقريب) يرتبط في الحقيقة بارتفاع درجة ثراء الأنواع.

كما جمعت ثلاث أوراق علمية نُشرت حديثًا[7-9] بيانات من عدد كبير من الدراسات في مستويات مشابهة، وعلى امتداد مجموعة متنوعة من الفترات الزمنية، إلا أن هذه الدراسات وجدت أنه ـ في المتوسط ـ لم يحدث تغيير في درجة ثراء الأنواع على المستوى المحلي. والفرق بين هذه النتائج وتلك التي توصل إليها نيوبولد وزملاؤه طفيفة جدًّا (0% على امتداد 3-260 عامًا، مقارنةً بنسبة 8% على امتداد 500 عام) بالنسبة إلى درجة عدم اليقين (مدى 95% من نسبة الخطأ في دراسة نيوبولد وزملائه يعادل نسبة (3.5 - 12.9 %) من فقدان الأنواع، ولا يشمل هذا درجة عدم اليقين في التغير في استخدام الأراضي)، إلا أن التغيرات الكمية الظنية سوف يكون لها الأثر الأكبر في أذهان الناس.

التفسير المعقول الآخر للتباين في النتائج التي تم التوصل إليها قد يرجع إلى الأساليب المختلفة التي تم استخدامها، إذ تم استخدام دراسات تتبعت التنوع في قطع أراض منفردة عبر الزمن في تحليلين[7,8]، الأمر الذي يمتاز بتوفيره طريقةً مباشرة لقياس الكميات المعنيّة، لكن ما يعيبه هو إضافة تحيُّزات في العينات الفراغية، لكنني أظن أن التفسير الرئيس هو استهداف نيوبولد وزملائه لتأثير بشري منفرد (التغير في استخدام الأرض)، بينما استخدمت الدراسات الثلاث الأخرى متوسط جميع أنماط التأثير البشري. وهناك تأثيرات، كالزيادة في استخدام المخصبات مثلًا، والتسبب في غزو أنواع لمناطق جديدة، يمكن أن تتسبب في زيادة درجة ثراء الأنواع (كما يمكنها أيضًا أن تفسر الزيادة في عدد الأنواع في مناطق الضواحي، وهي الخلاصة التي توصَّل إليها نيوبولد وزملاؤه).

قد يكون من الغريب أن تتم معادلة التأثيرات السالبة للتغير في استخدام الأراضي التي وثّقها نيوبولد وزملاؤه بصورة كاملة، بحيث يكون متوسط جميع أنواع التأثيرات البشرية صفرًا (على المستوى المحلي)، لكن قد يكون هذا أكثر التفسيرات بعيدة الاحتمال للنتائج التي توصلت إليها هذه الدراسات الأربع. وقد لا يكون من الغريب جدًّا أن تقوم العمليات البيئية بتنظيم درجة ثراء الأنواع المحلية بدرجة كبيرة[10]. يتطلب هذا الأمر أن تتزايد معدلات الانقراض المحلي حين تكثر الأنواع، وأن يتزايد معدل وصول الأنواع الغريبة على البيئة المحلية حينما يقل عدد الأنواع الأصلية بدرجة كبيرة، الأمر الذي يدفع بالنظام في اتجاه "نقطة ضبط" لدرجة ثراء الأنواع. وهناك أدلة جيدة على حدوث مثل هذا الأمر في سياق الجُزُر[11]، لكن ينبغي إجراء دراسات إضافية على مثل هذه العمليات في مجتمعات اليابسة[10].

ولدراسة نيوبولد وزملائه عيبان، يجدر ذكرهما. أولًا، يدل تجميع هذا الفريق للأبحاث العلمية المنشورة على وجود تحيز فيها، حبث تم نشر الدراسات التي أوضحت آثارًا إيجابية بدرجة تقل إحصائيًّا عما هو محتمل. اهتم نيوبولد وزملاؤه بمناقشة هذه المشكلة، كما أنني لا أعتقد أنها أثَّرت على نتائجهم بدرجة كبيرة، لكن ينبغي اعتبار هذه الملاحظة نداء تنبيه على درجة تحيُّز الأبحاث المنشورة في هذا الموضوع.

ثانيًا، ركزت تقديرات هذا الفريق على التغيرات النهائية، من قبيل التمدن ومقارنته بالمراعي، من غير فصل للبيانات على أساس نقطة البدء للأراضي، كمقارنة الأراضي المعشبة بالغابات. ويبدو أنه من المحتمل أن يكون هناك تراجع بدرجة أكبر في درجة ثراء الأنواع في الأراضي التي كانت غابات في مبتدأ أمرها، مقارنةً بتلك التي كانت أراضي معشبة (لأن الغابات يكون بها عدد أكبر من الأنواع منذ البداية)، لكن هناك تحولات عديدة إلى المراعي والأراضي الزراعية التي اعتمدت عليها نتائج المؤلفين، حدثت لأراض معشبة في الأصل، بدلًا من حدوثها للغابات. وقد يؤدي هذا إلى حدوث تحيُّز في النتائج. وعند توفر بيانات أفضل، ينبغي على الدراسات المستقبلية أن تراعي هذه التفاصيل الدقيقة.

ورغم هذه العيوب، تظل دراسة نيوبولد وزملائه أفضل برهان مبني على بينات تجريبية حتى وقتنا هذا للتأثير السلبي لاستخدام الأراضي على التنوع الحيوي المحلي في المتوسط، كما أن هذه الدراسة هي القول القاطع في أمر هذا التأثير. توضح هذه الدراسة أيضًا أن أكبر التأثيرات السلبية تأتي من استحداث الأراضي الزراعية والمراعي، في المناطق ذات الزيادة السكانية العالية، وفي المناطق التي تمد أمريكا الشمالية وأوروبا وآسيا بالغذاء، لا من الأراضي التي تم تَمْدِينُها، والأراضي التي تم حصادها، وسُمح للنباتات فيها أن تنمو من جديد. ولِمَا سبق دلالات ضمنية في شأن سياسات المحافظة وأولوياتها.

يقترح السيناريو الذي تفحَّصه المؤلفون للمائة عام القادمة أن متوسط درجة ثراء الأنواع سوف يتراجع بنسبة إضافية تساوي 3.4%، ما لم يتم التدخل في ممارسات استخدام الأراضي. ويوضح هؤلاء الباحثون أنه حتى في إطار السيناريوهات الذي يَنظر إليها علماء الاقتصاد باعتبارها سيناريوهات واقعية؛ لتخفيف أثر هذا التراجع، ما زالت لدينا المقدرة على عكس هذه النزعة في خسارة التنوع الحيوي، وعلى زيادة درجة ثراء الأنواع على المستوى المحلي. ويُعتبر هذا البحث توجيهًا واضحًا لصنّاع السياسات، ملقيًا بالكرة في ملعبهم؛ من أجل اتخاذ الإجراءات اللازمة. ■

برايان مكجيل يعمل في قسم البيولوجيا وعلم البيئة، وفي مركز ميتشل لحلول الاستدامة، جامعة مين، أورونو، مين 04469، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: mail@brianmcgill.org

1. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-Being* (World Resources Inst., 2005).
2. Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J. & Melillo, J. M. *Science* **277,** 494–499 (1997).
3. Newbold, T. *et al. Nature* **520,** 45–50 (2015).
4. Hurtt, G. C. *et al. Clim. Change* **109,** 117–161 (2011).
5. McGill, B. J., Dornelas, M., Gotelli, N. J. & Magurran, A. E. *Trends Ecol. Evol.* **30,** 104–113 (2015).
6. Sax, D. F. & Gaines, S. D. *Trends Ecol. Evol.* **18,** 561–566 (2003).
7. Dornelas, M. *et al. Science* **344,** 296–299 (2014).
8. Vellend, M. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **110,** 19456–19459 (2013).
9. Supp, S. R. & Ernest, S. K. M. *Ecology* **95,** 1717–1723 (2014).
10. Ernest, S. K. M., Brown, J. H., Thibault, K. M., White, E. P. & Goheen, J. R. *Am. Nat.* **172,** E257–E269 (2008).
11. MacArthur, R. H. & Wilson, E. O. *The Theory of Island Biogeography* (Princeton Univ. Press, 1967).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



غلاف عدد 12 مارس 2015

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 12 مارس من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

جيولوجيا

تعريف الأنثروبوسين

تُناقَش فكرة انتهاء عصر الهولوسين وسيادة حقبة بشرية جيولوجية جديدة ـ الأنثروبوسين ـ بشكل مكثف عَبْر الأوساط الأكاديمية وخارجها. وقد أدى تأثير النشاط البشري على البيئة إلى اقتراح توصيف الحاضر بعصر الأنثروبوسين. لا يوجد اتفاق رسمي حتى الآن على الوقت الذي بدأ فيه عصر الأنثروبوسين، حيث يتطلب ذلك تحديد موقع مؤشر عالمي لحيود الطور الأرضي، مسجَّل بالمادة الطبقية الأثرية. يقيِّم هذا المقال الآثار البشرية بالسجل الجيولوجي، مقابل المتطلبات الشكلية للاعتراف بعهد جديد، ويحدِّد تاريخين يظهران ليتماشيا مع معايير تحديد بداية الأنثروبوسين، وهما 1610 ق. م، و1964 ق. م..

Defining the Anthropocene

S Lewis *et al*

doi:10.1038/nature14258

أحياء بنيويّة

نشاط الكربوكسيل إستيريز لـ"نوتوم"

يثبط الإنزيم المفرز المعروف باسم نوتوم notum ردّ الفعل من مسار تأشير بروتينات Wnt الموجود في معظم الحيوانات متعددة الخلايا، بما في ذلك ديدان البلاناريا والبشر. كان يُعتقَد أنه يعمل كإنزيم فسفوليبيز؛ لاستهداف بروتيوجليكانات كبريتات الهيبارين (glypicans)، لكن لم يكن واضحًا كيف تحققت خصوصية هذا الاختيار. أورد جان بول فنسنت وزملاؤه نشاطًا بيوكيميائيًّا جديدًا لنوتوم كمركّب كربوكسيل إستيريز يعمل خارج الخلية، ويزيل أي شاردة لبيد من بروتينات Wnt. إنّ تفاعُل نوتوم مع الجليبيكانات مطلوب، لتحقيق تموضعه على سطح الخلية، بدلًا من العلاقة بين الإنزيم–الركيزة المشتبه فيها سابقًا. قد يوفر نشاط نوتوم هذا هدفًا جديدًا لمعالجة الأمراض ذات التأشير المعيب لبروتينات WnT.

Notum deacylates Wnt proteins to suppress signalling activity

S Kakugawa *et al*

doi:10.1038/nature14259

علْم البكتيريا

تعرُّف البكتيريا على الفيروسات الغازِيَة

أصبحت الفكرة الخيالية التي تفيد بأن البكتيريا قد تكون لديها ذاكرة مناعية حقيقة مقبولة؛ فمع اكتشاف أن مواضع جين نظام المناعة التكيفية البكتيرية (CRISPR/Cas) تتطور سريعًا للحصول على تتابعات فيروس بكتيري قصيرة، أو فواصل، تندمج لاحقًا بين تكرارات كريسبر CRISPR، مُشَكِّلَةً بذلك سجلاً للعدوى بالفيروس البكتيري. يتم نسخ هذه الفواصل في شكل أحماض نووية ريبية صغيرة لكريسبر (crRNAs)، ويتم استخدامها لاستهداف الحمض النووي للفيروسات الغازِيَة. ووصفت ورقتان بحثيتان نُشرتا مؤخرًا في دورية *Nature* التفاصيل الجزيئية لكيفية تخليق البكتيريا لذاكرة الحمض النووي للفيروسات الغازية. وتبيِّن جينيفر دودنا وزملاؤها أن مركّب CAS1-CAS2 لبكتيريا *Escherichia coli* المنقّى يدمج ركيزة أوليجنوكليوتيد الحمض النووي إلى مستقبِل الحمض النووي بطريقة مماثلة لإنزيمات إنتيجريز فيروسات النسخ العكسي، ترانسبوسيز الحمض النووي. وCAS1 هو الوحدة الفرعية الحفازة، في حين أن Cas2 يزيد نشاط الإدماج؛ ويشكلان معًا آليّة الحد الأدنى اللازمة للحصول على فاصل. أظهر لوتشيانو مارافيني وزملاؤه أنه في النوع الثاني من نظام CRISPR-Cas للبكتيريا *Streptococcus pyogenes*، نجد أن نيوكليز Cas9 الذي يثبط نشاط الحمض النووي الفيروسي الغازي باستخدام الحمض النووي الريبي الكريسبرى crRNA كدليل مطلوبٌ أيضًا لإدراج تتابع فاصل جديد، من خلال آليّة لم تتحدد بعد.

Integrase-mediated spacer acquisition during CRISPR–Cas adaptive immunity

J Nuñez *et al*

doi:10.1038/nature14237

Cas9 specifies functional viral targets during CRISPR–Cas adaptation

R Heler *et al*

doi:10.1038/nature14245

وراثة

الارتباط الجيني باضطرابات النمو

حتى وقت قريب، كان اكتشاف الأسباب الوراثية للاضطرابات أحادية المنشأ مدفوعًا في معظمه بالنمط الظاهري. يظل ما يصل إلى نصف الأطفال الذين يعانون من اضطرابات النمو الحادة ذات المنشأ الوراثي المحتمَل دون تشخيص. ويَعرِض هذا البحث نتائج دراسة فك رموز الاضطرابات الإنمائية التي أجرت تحليلًا جينيًّا منهجيًّا على نطاق المملكة المتحدة لـ1,130 طفلًا من الأطفال الذين يعانون من اضطرابات النمو الحادة التي لم تُشَخَّص لهم، ولا لآبائهم. كشف فك تتابعات الإكسوم والكشف المستنِد إلى مصفوفة لإعادة ترتيب الكروموسومات عن 12 جينًا من جينات اضطراب النمو، لم تكن معروفة من قبل، وزادت نسبة الأطفال الذين يمكن تشخيص هذا الاضطراب فيهم بنسبة 10%.

Large-scale discovery of novel genetic causes of developmental disorders

T Fitzgerald *et al*

doi:10.1038/nature14135

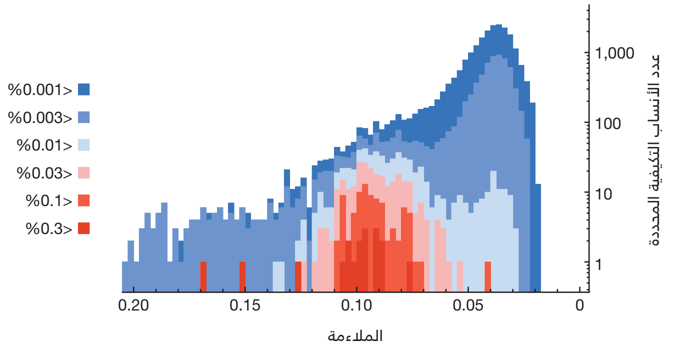
الديناميّات التطوُّريّة للتجمعات الخلوية

لا تزال الديناميّات الكامنة وراء تطوُّر تجمعات الخلايا اللاجنسية الكبيرة ـ مثل البكتيريا، والفطريات، والطفيليات، والسرطانات ـ غير مفهومة تمامًا، لأنها تنطوي على الكثير من الأنساب المتنافسة. ولدراسة هذه الديناميات، شيَّد ساشا ليفي وزملاؤه نظامًا تتبُّع نِسَب فائق الاستبانة العالية، مستنِد إلى فك التتابعات في الخميرة *Saccharomyces cerevisiae*، واستخدموه لرصد الترددات النسبية لحوالي 500 ألف من الأنساب في الوقت نفسه. ووجدوا أنه بينما تحدث الطفرات الفردية عشوائيًّا، فإن الديناميات المبكرة للتجمعات ككل هي النتيجة المتوقَّعة لحجم التجمعات السكانية، وتوزيع معدلات الطفرة إلى كل تأثير لائق، وقابل للإنتاج بشكل لافت للنظر.

Quantitative evolutionary dynamics using high-resolution lineage tracking

S Levy *et al*

doi:10.1038/nature14279



الشكل أسفله | الحاجة إلى تحليل ترددي عال. طيف اللياقة لتكيف الأنساب في تكرار E1 الذي يمكن تحديده ضمن المئة جيل الأولى على مختلف عتبات التحليل الترددي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فيزياء

ترتيب مضاد للانجذاب المغناطيسي

توفِّر الغازات الذَّرِّيَّة فائقة البرودة بالشبكات البصرية إمكانية محاكاة ظواهر المادة المكثفة إلى أبعد مما يمكن للنظرية والعمليات الحسابية الوصول إليه. تطبِّق هذه الدراسة تقنيات الشبكة البصرية التعويضية، وتنجح في الوصول إلى درجات حرارة غير مسبوقة.. فقط 1.4 ضعف درجة حرارة التحول الطوري ضد الانجذاب المغناطيسي، وذلك أثناء محاكاة نموذج هوبارد. يقيس الباحثون درجات الحرارة الدقيقة باستخدام طريقة التشتت الضوئي. وبنظام درجة الحرارة هذا، تكون المنظومة قريبة للغاية من الحد الذي تقدر عليه التقنيات النظرية والعديدة للنمذجة. قد يؤدي المزيد من التحسينات لتقنية الشبكة التعويضية إلى درجات حرارة أقل، مما يتيح إمكانية الوصول إلى غيرها من ظواهر المادة المكثفة المثيرة للاهتمام، ومنها التوصيل الفائق للمَوْجَة (د)، على سبيل المثال.

Observation of antiferromagnetic correlations in the Hubbard model with ultracold atoms

R Hart *et al*

doi:10.1038/nature14223

علم الأرض

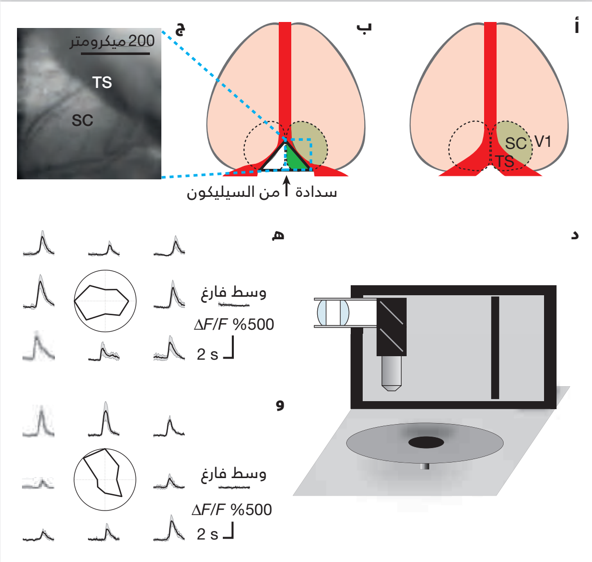
الاحترار.. وامتصاص المياه العَسِرَة لـ CO_2

لا يُعرَف الكثير عن الآثار المحتملة للتغير المناخي على التدفق الكربوني في بحيرات المياه العَسِرَة الغنية بالكربونات. تسجِّل هذه الدراسة حدوث تحوُّل لبحيرات وسط أمريكا الشمالية من كونها مصدرًا لتصبح حوضًا يحتوي على ثاني أكسيد الكربون، مع ارتفاع المتوسط السنوي لمستوى الأس الهيدروجيني pH خلال العقدين الماضيين. وتُعزَى التغييرات الملاحَظة في مستوى الأس الهيدروجيني وامتصاص ثاني أكسيد الكربون إلى احترار الغلاف الجوي الناجم عن انخفاض الغطاء الجليدي في الربيع، الذي يختزن تراكم ثاني أكسيد الكربون من أسفل الجليد، ويرفع مستوى الأس الهيدروجيني في فصلَي الربيع والصيف، ويعزز الامتصاص الكيميائي لثاني أكسيد الكربون ببحيرات المياه العَسِرَة.

Decrease in CO_2 efflux from northern hardwater lakes with increasing atmospheric warming

K Finlay *et al*

doi:10.1038/nature14172



بيولوجيا الخلية

رؤية دماغيّة للعالَم

الأُكيمَة العُلْويَّة هي بِنْيَة دماغ محفوظة تطوريًّا، تلعب دورًا مهمًّا في السلوكيات الموجَّهَة بصريًّا، ولكنْ كيف تمثِّل المحفزات البصرية.. هذا ليس مفهومًا بشكل جيد. أوْرَد إيفان فاينبيرج، وماركوس مايستر أنه في الفأر، يتم تجميع الخلايا العصبية في الأُكيمَة العُلْويَّة، وفقًا لتوجهاتها المفضلة، أو محاور الحركة لمؤثرات الخط البصري، وهو ترتيب مماثِل للتنظيم العمودي في القشرة البصرية للثدييات العليا. وتقترح هذه العمارة الوظيفية أن الأُكيمَة العُلْويَّة تأخذ عيِّنة من العالَم المرئي بشكل غير متساوٍ لتوجهات التحفيز، وقد تكون لها تأثيرات مترتِّبة على الاستجابات السلوكية بواسطة الأُكيمَة العُلْويَّة.

Orientation columns in the mouse superior colliculus

E Feinberg *et al*

doi:10.1038/nature14103

الشكل أعلاه | تصوير الكالسيوم للأكيمة العلوية لفأر مستيقظ يكشف ضبط التوجه. أ، رسم تخطيطي للتشريح الدماغي لفأر. تكمن الأكيمة العلوية SC تحت القشرة البصرية (V1) والجيب العرضي (TS). تَظْهَر الأكيمة العلوية المعبرة عن GCaMP6s باللون الأخضر. **ب،** رسم تخطيطي للتشريح الدماغي بعد إدراج سدادة مثلثة للكشف عن حوالي 15-25 % من الأكيمة العلوية. **ج،** الجزء الظاهر من الأكيمة العلوية SC. **د،** رسم تخطيطي لبِنْيَة التجربة. الفئران مثبتة الرأس على القرص الدوار، وتعدو بحرية. يتم عرض المحفزات البصرية على شاشة متلاصقة، في حين يتم استخدام تصوير الكالسيوم ثنائي الفوتون لتسجيل نشاط التجمعات العصبونية. أنبوب مضخم ضوئي PMT. **هـ، و،** متوسط الإشارة الفلوريسنتية ± الانحراف المعياري لاثنين من عصبونات الأكيمة العلوية إلى 7 تكرارات لكل من 8 اتجاهات لحركة الشريط أو لشاشة فارغة. الإدراجات هي مخططات قطبية لاستجابات الذروة.

علم الأحياء

التسلسل الزمني للطبقة الجرثوميّة

تعود نظرية الطبقة الجرثومية ـ التي تقضي بأن جميع الخلايا والأنسجة في الجسم يمكن تجميعها في ثلاث طبقات أساسية ـ إلى جذور علم الأحياء التطوري، كفرع من فروع المعرفة قبل 150 عامًا. يتم تشكيل الجلد والعديد من الأعضاء الخارجية من الأديم الظاهر، أمّا أحشاء الأديم الباطن والأعضاء في الوسط، مثل العضلات والعظام، فتشكِّل الأديم المتوسط. يبدو أن الأديم المتوسط كان آخر الطبقات الثلاث تطورًا، كما يؤكد إيتاي ياناي وزملاؤه عن طريق دراسات التعبير عن الجينات في تخلُّق المضغة في دودة *Caenorhabditis elegans*. والسؤال الآن.. مَن الذي تَكَوَّن أولًا، هل الأديم الظاهر، أم الأديم الباطن؟ أظهرت دراسات لاحقة على مجموعة من الحيوانات، من بينها الإسفنج *Amphimedon queenslandica* الذي يفتقر إلى طبقات جرثومية واضحة، أن الأديم الباطن يعبِّر عن جينات أقدم تطوريًّا من الأديم الظاهر. ويخمِّن الباحثون أن الحيوانات الأكثر بدائية تتكون من ما سيصبح لاحقًا الأديم الباطن، ويتحرر الأديم الظاهر الذى يتميز كخلايا من الوظيفة الأساسية للتغذية.

Spatiotemporal transcriptomics reveals the evolutionary history of the endoderm germ layer

T Hashimshony *et al*

doi:10.1038/nature13996

فيزياء حيوية

مستقبِل أوركسين المقيّد بالمضاد له

يضبط نظام أوركسين/هيبوكريتين النوم والاستيقاظ في البشر. وتُعتبر مضادات مستقبِل الأوركسين علاجات واعدة للأرق. وقد توصَّل الباحثون إلى البِنْيَة البلورية بالأشعة السينية لمستقبِل أوركسين OX_2 البشري في وجود سوفوريكسانت suvorexant، وهو مستقبِل مزدوج لأوركسين، يناهض الأدوية المضادة للأرق. وتوفر البِنْيَة إطارًا جزيئيًّا لفهم تقييد مناهِض مستقبِل أوركسين المزدوج. استخدم الباحثون برنامجين مختلفين للتنبؤ بالكيفية التي يرتبط بها ثلاثة مضادات أخرى بِبنَى مختلفة إلى مستقبِل بروتين–G المقترن (GPCR).

Crystal structure of the human OX_2 orexin receptor bound to the insomnia drug suvorexant

J Yin *et al*

doi:10.1038/nature14035

طب

الخلايا الليمفاوية تتحكم في السِّمْنة

يُعتقد حاليًّا أن جهاز المناعة منخرط في تطور السِّمْنة، جنبًا إلى جنب مع العوامل الوراثية والبيئية. فقد حدَّدت البحوث الأخيرة المجموعة 2 من الخلايا الليمفاوية الفطرية (ILC2s) في الأنسجة الدهنية كعامل تطوُّر السمنة في الفئران. وأظهر ديفيد آرتيس وزملاؤه هنا أن مجموعة ILC2s الخلوية تلعب دورًا حاسمًا في توازن الطاقة التي تنتِج ببتيدات إنكيفالين-ميثيونين في الاستجابة إلى إنترلوكين 33. وهذا يعزز نشوء الخلايا الشحمية، وهي تَجَمُّع متخصص للخلايا الشحمية ذات اللون الأصفر الفاتح، ناشئ من الأنسجة الدهنية البيضاء. تؤدي هذه العملية "التحول إلى اللون الأصفر الفاتح" beiging إلى زيادة إنفاق الطاقة، وانخفاض السِّمْنة.

Group 2 innate lymphoid cells promote beiging of white adipose tissue and limit obesity

J Brestoff *et al*

doi:10.1038/nature14115

فَلَك

معدّلات تكوُّن النجوم بالمَجَرّات العملاقة

يقدِّم مارك فويت وزملاؤه محاكاة لتبريد مَجَرِّي يؤكد النماذج التي تترسب بها الغيوم الباردة من الغاز الساخن عبر عدم استقرار حراري. تمتد عتبة الترسيب على مدى واسع بنصف قطر التجمع، وكتلته، والزمن الكوني. يقارن الباحثون محاكاتهم مع ما تم رصده؛ لتوضيح الطور الديناميكي الحراري للغاز الساخن بالتجمعات المَجَرِّيّة، وكيفية تنظيم معدَّلات التكون النجمي بأكبر المَجَرّات في الكون.

Regulation of star formation in giant galaxies by precipitation, feedback and conduction

G Voit *et al*

doi:10.1038/nature14167

أدلّة النشاط الحراري المائي على القمر

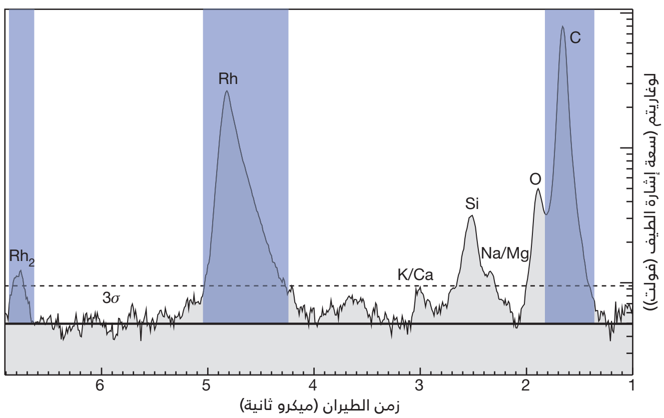
حلَّل سيانج ون سو وزملاؤه جسيمات تيار الغبار بحجم النانو، الغنية بالسيليكون، في منظومة زحل باستخدام مُحلِّل الغبار الكوني (CDA) على متن المركبة الفضائية "كاسيني". يتم تفسير الجسيمات بمساعدة التجارب والنمذجة، كحبيبات السيليكا، التي كانت في البداية مطمورة بالفوران الجليدي المنبعث من مياه السطح السفلي على القمر إنسيلادوس، والصادرة عن التعرية النفثية بحلقة E الخاصة بزحل. تشير تلك الخواص إلى تكوينها وتقلُّها بواسطة تفاعلات درجة الحرارة المرتفعة الهيدروحرارية من قاع المحيط، وتصل إلى العمود المائي لإنسيلادوس.

Ongoing hydrothermal activities within Enceladus

H Hsu *et al*

doi:10.1038/nature14262

الشكل أسفله | تحديد مكونات الجسيم. المعروض هو طيف كتلة تأيني للتصادم المضاف المشترك من 32 من أطياف التدفق الجسيمي الزحلية المنتقاة مع إشارات Si^+ الأقوى. وكما هو متوقع، تنتج التصادمات أيونات مادة هدف محلل الغبار الكوني CDA (Rh_2^+ و Rh^+؛ (المناطق الزرقاء) والملوثات المستهدفة (C^+ و H^+؛ المناطق الزرقاء، H^+ غير معروض) أكثر من الجسيمات النانوية نفسها. الأيونات O^+ و Si^+ هي أكثر الخطوط الكتلية من حيث احتمال الوفرة. تشكل Na^+/ Mg^+ (يشير الخط المائل إلى النوعين الذين لايمكن التمييز بينهما) الخط الكتلي الآخر الوحيد المحتمل مع نسبة إشارة إلى ضجيج فوق 3σ (الخط المتقطع؛ σ، الانحراف المعياري). يتوافق تكوين الجسيم بشدة مع السيليكا النقية عند أَخْذ شوائب الهدف، وعملية تأين التصادم في الاعتبار.



علْم المناعة

تحديد مستقبل الخلية البدينة

الخلايا البدينة هي الخلايا المناعية الفطرية الموجودة في معظم أنسجة الجسم، التي تنشط في ردود الفعل التي تُظهِر الحساسية. يمكن تنشيط الخلايا البدينة بطريقة مستقلة عن الجلوبولين المناعي-E بالمواد الموجبة، مثل ببتيدات التأشير طليعة الالتهابات، والأدوية العلاجية، ومكونات من السموم الحيوانية؛ مما يؤدي إلى تحرر الهيستامين، والالتهاب، وانقباض الشعب الهوائية. أظهر إكسينزونج دونج وزملاؤه أن مستقبِل بروتين-G المقترن (GPCR)، يُسمَّى MrgprB2، والمماثِل لـمركّب MRGPRX2 البشري، هو مستقبِل الخلايا البدينة الوحيد لهذه المواد في الفئران. يحدِّد هذا البحث مركّب MRGPRX2 كهدف علاجي محتمَل؛ لمواجهة مجموعة الآثار السلبية الناجمة عن الدواء. كما سيوفر حذف MrgprB2، والفئران الأخرى المستخدَمة في هذه الدراسة نموذجًا لتناول دور التنشيط المستقل عن الأجسام المضادة للخلايا البدينة في الأمراض التي بها مكوِّن يسبب الحساسية.

Identification of a mast-cell-specific receptor crucial for pseudo-allergic drug reactions

B McNeil *et al*

doi:10.1038/nature14022

علْم البيئة

كيف تتواصَل أسراب ذبابة الفاكهة

يمكن للسلوكيات الجماعية في مجموعات السَّمَك، وأسراب الطيور، والحشود البشرية أن تحسِّن من عمليتي الإدراك واتخاذ القرارات للأفراد، لكن الآليات العصبية المنخرطة في هذا الأمر ظلت غير معروفة. استخدم ريتشارد بينتون وزملاؤه نموذجًا لدراسة السلوك الجماعي؛ وأظهروا أن التجنب الضعيف للروائح، الذي يظهره أفراد ذباب الفاكهة، يمكن أن يتعزَّز داخل المجموعات الكبيرة، وذلك بفضل شلالات من التفاعلات الناتجة عن لمس الأطراف بين أزواج الذباب. وعن طريق تحديد الخلايا العصبية الميكانيكية الحسية، والقنوات الأيونية المنخرطة، فتح الباحثون الباب أمام تشريح الدوائر العصبية للسلوك الجماعي في المجموعات الحيوانية.

Mechanosensory interactions drive collective behaviour in *Drosophila*

P Ramdya *et al*

doi:10.1038/nature14024



غلاف عدد 19 مارس 2015

طالع نصوص الأبحاث في عدد 19 مارس من دَوْريّة "*Nature*" الدولية.

تطور

تَسَارُع التطور بازدياد العدد الكروموسومي

تنتشر حالة زيادة أعداد الكروموسومات - Polyploidization حيث عدد الكروموسومات أكثر من ضعف العدد العادي - في الفطريات والنباتات والحيوانات، لكن تأثيرها على عملية التطور غير واضح. تصف هذه الدراسة تجارب تطورية أجريت على سلالات خميرة لجنسية أحادية وثنائية ورباعية العدد الكروموسومي، والتي تظهر أن زيادة العدد الكروموسومي يمكن أن يعجل التكيف على النمو في البيئات فقيرة المصدر الكربوني، حيث تصبح وتيرة التكيف الأسرع في حالة الخميرة رباعية العدد الكروموسومي، حيث تسارعت وتيرة التطور من خلال الاستحواذ على المزيد من الطفرات المفيدة. وقد تصبح حالة زيادة العدد الكروموسومي غير ثابتة، لكن اختلال العدد الكروموسومي والطفرات الموضعية توفر مكاسب جوهرية للكائنات في قدرتها على الحياة والتكاثر.

Polyploidy can drive rapid adaptation in yeast

A Selmecki *et al*

doi:10.1038/nature14187

فلك

رَصْد مَجَرَّة مبكرة، مُكَوِّنة للنجوم

تكشف قياسات رصد الأطوال الموجية تحت الحمراء والملليمترية الخاصة بالمجرات بالكون المبكر عن خواصها التفصيلية، ولكن مثل تلك البيانات للمجرات الغبارية الغنية بالمعادن وهي الحالة المثالية التي تتشكل بها معظم النجوم لم تتح حتى الآن. يقدم داراش واطسون وزملاؤه قياسات طيفية تحت حمراء ورصد ملليمتري متصل الطول الموجي للمجرة مرتفعة الحيود الأحمر A1689-zD1، وهي مجرة بدائية الطراز مكونة للنجوم، مما يسمح بقياس كتلتها الغبارية ومعدل التكون النجمي الكلي ونسبة الغاز إلى الغبار. وقد قاموا بحساب الحيود الأحمر الخاص بها وهو Z = 7.5 ± 0.2، بمعدل تكون نجمي كلي يبلغ حوالي 12 كتلة شمسية لكل عام. تطورت المجرة للغاية بكتلة نجمية كبيرة ونسبة الغبار إلى الغاز بها تقترب من تلك الخاصة بدرب التبانة.

A dusty, normal galaxy in the epoch of reionization

D Watson *et al*

doi:10.1038/nature14164

وراثة

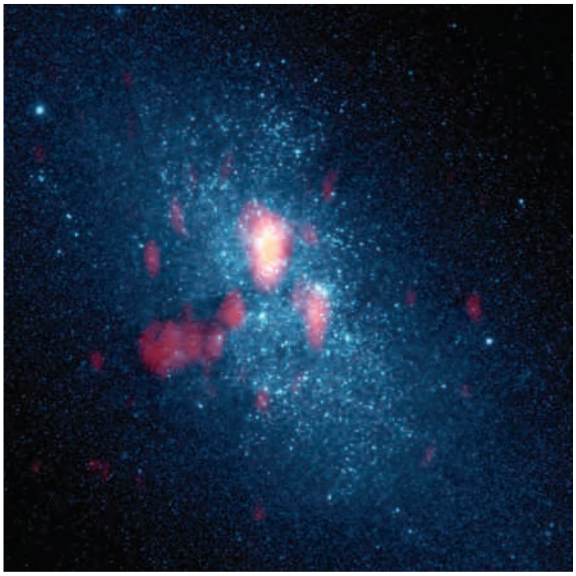
تاريخ بريطانيا

استُخدمت البيانات الوراثية على نطاق واسع؛ لمساعدتنا في فهم تاريخ توزيع السكان، وحركة هجرة الأفراد. وفي الوقت الحالي، ومع ظهور تحليل بيانات تعدد أشكال النوكليوتيدات المفردة على نطاق الجينوم ـ فهرسة التباين بين الأفراد في مواضع مفردة في تتابعات الجينوم ـ يمكن استخدام التنوع الوراثي بين المجموعات السكانية البشرية على مقياس دقيق التدريج، كدليل على الأحداث الديموجرافية التاريخية التي وقعت. استخدم بيتر دونلي وزملاؤه بيانات ناتجة عن دراسة عيِّنة مختارة متنوعة جغرافيًّا لأكثر من ألفي فرد من المملكة المتحدة؛ للكشف عن التوافق الملحوظ بين المجموعات الوراثية والجغرافيا. تُلْقِي النتائج ضوءًا جديدًا على عدة جوانب من إعمار بريطانيا، فعلى سبيل المثال.. تمثل نسبة الإسهام الوراثي للهجرات الأنجلوسكسونية في إنجلترا أقل من النصف، مما يشير إلى وقوع انتقال سكاني مهم قادم من القارة الأوروبية في فترة ما قبل العصر الروماني، وما بعد العصر الحجري الأوسط. تكشف البيانات أيضًا أن المناطق غير السكسونية تحتوي على مجموعات فرعية متمايزة وراثيًّا، بدلًا من عموم الكتلة السكانية السلتية.

The fine-scale genetic structure of the British population

S Leslie *et al*

doi:10.1038/nature14230



فلك

تكوين فعَّال للنجوم بمَجَرَّة محلية

تحتوي المجرة القزمة المحلية NGC5253 حشد نجمي يافع بوفر مثالا لتكوُّن نجمي فعال. درست جين تيرنر وزملاؤها هذا الحشد كنموذج محتمل للمجرات الصغيرة بالكون المبكر، حيث يعتقد أن فعاليات التكوين النجمي كانت أعلى بكثير من المرصود بالمجرات الحالية. رصد الباحثون خط أول أكسيد كربون من خلال طور دوراني مستثار عند موضع الحشد الضخم. وتتسم سحابة الغاز بأنها حارة وكثيفة وساكنة ومحملة بالغبار، وترتفع فعالية التكون النجمي عن 50%، وهو ما يفوق ذاك الخاص بسحب درب التبانة بعشرة أضعاف. وقد تيسر التغذية القسرية للمجرة غازيا الكفاءة المرتفعة للتكون النجمي.

Highly efficient star formation in NGC 5253 possibly from stream-fed accretion

J Turner *et al*

doi:10.1038/nature14218

الشكل أعلاه | انبعاث أول أكسيد الكربون 2 ← J = 3 بمجرة NGC5253. شدة خط المصفوفة تحت الملِّيمترية (SMA) المتكاملة لأول أكسيد الكربون (3 ← 2)، بالأحمر، مبينة على قمة صورة تليسكوب هابل الفضائي λ814 نانومترًا. حزمة المصفوفة تحت الملِّيمترية (740 pc x 740 pc) 2" 4x"، الشمال لأعلى والشرق لليسار. يغطي المجال (740 pc x 740 pc) 40" 40x"، شمالًا لأعلى، وشرقًا لليسار. تسجيل الصورة أقل من 1". يتزامن دفْق أول أكسيد الكربون مع مسلك الغبار البصري إلى الشرق. يتموضع الحشد النجمي الضخم عند ذروة أول أكسيد الكربون المشرقة المدمجة، السحابة D؛ مُضمَّنة وغير مرئية هنا. السحابة F تقع في جنوب غرب السحابة D.

كيمياء

امتصاص CO_2 بإطار معدني عضوي

يجري التحقق من المكثفات الصلبة المتطورة كأدوات محتملة لتقنيات فصل الغاز الفعالة، والتي قد تساعد في ابتكار تقنيات أكثر توفيرا لاحتجاز الكربون. تتناول هذه الورقة البحثية آلية سابقة لامتزاز ثاني أكسيد الكربون الخاصة بإطار معدن عضوي ملحق به ثنائي الأمين. تبين تلك المادة خواص امتزاز غير اعتيادية، ويحتمل أن تكون مفيدة تطبيقيا. يكتشف الباحثون أن ثاني أكسيد الكربون يتم امتزازه عبر إدراجه إلى روابط الأمين المعدني مرتفع الاستقرار والخاصة بالإطار المعدني العضوي. يستحث إدراج جزيء ثاني أكسيد كربون مفرد المواقع المجاورة لامتزاز ثاني أكسيد الكربون، وذلك في عملية تفاعل متسلسل غير مسبوق، نتيجة للتباعد المتجانس والمثالي للأمينات، وفقا لما تمليه طوبولوجية الإطار.

Cooperative insertion of CO_2 in diamine-appended metal-organic frameworks

T McDonald *et al*

doi:10.1038/nature14327

تفعيل انتقائي فوقي لرابطة C-H

تقدم هذه الورقة البحثية نهجا بديلا جديدا للتفعيل الانتقائي لروابط الكربون الهيدروجين الفوقية عن بعد، بهدف توظيف هذه الروابط. تتميز هذه الطريقة مقارنة بطريقة "قالب حرف U" المطورة حديثا، أنها لا تتطلب ارتباطا تساهميا لقالب معقد. يستخدم الباحثون المركب "نوربورين" كوسيط انتقالي للمساعدة على تفعيل الرابطة، من خلال مجموعة توجيه شائعة وبسيطة من النوع أورثو. يعد استخدام رابط قائم على مركب "بيريدين" المطور مؤخرا عاملا حاسما لنقل عامل "بالاديوم" الحفاز للموضع الفوقي، عن طريق تفعيل رابطة الأورثو بين الكربون والهيدروجين. يوفر هذا العمل نهجا جديدا لتوليف مركب "أرين" والذي قد يكون له تطبيق بالصناعات الدوائية.

Ligand-enabled *meta*-C–H activation using a transient mediator

X Wang *et al*

doi:10.1038/nature14214

تكنولوجيا حيوية جزيئية

قلنسوة NAD تلائم الـRNA البكتيري

تمتلك جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال بحقيقيات النواة قلنسوة جوانوزين متصلة بمجموعة ميثيل تغطي نهاياتها '5 للحماية من الانحلال، ولم تُلاحَظ بنية مشابهة بالحمض النووي الريبي البكتيري. اكتشف جاسك أندريس وزملاؤه أن البكتيريا تغطي نهايات جزيئات الحمض النووي الريبي الخاصة بها، باستخدام ثنائي نوكليوتيد النيكوتيناميد والأدنين، بدلًا من الجوانوزين المتصل بمجموعة ميثيل. وتثبط هذه الإضافة بالبكتيريا الانحلال بواسطة إنزيمي نوديكس فسفوهيدروليز RppH وريبونوكليز E. ولدى الحاجة لدوران شريط الحمض النووي، تتم إزالة القلنسوة من قبل إنزيم نوديكس RppH آخر، وهو NudC. وهكذا، عرف الباحثون البِنْيَة الموازية لقلنسوة حقيقيات النواة في بدائيات النواة وآلية لنزعها.

NAD captureSeq indicates NAD as a bacterial cap for a subset of regulatory RNAs
H Cahová *et al*
doi:10.1038/nature14020

بيولوجيا جزيئية

تطوُّر بروتينات تشكيل الخلية

الهيكل الخلوي هو واحد من السمات المميزة للخلية حقيقية النواة، وهو شبكة من الألياف التي تُكْسِب الخلية شكلها، بالإضافة إلى أهميته في عمليات معينة، كالانقسام الخلوي. ولا تمتلك البكتيريا هيكلًا خلويًّا، لكنها تمتلك بروتين FtsZ، وهو مماثل لبروتين توبولين الموجود بالخلية حقيقية النواة، والمسؤول عن تأسيس الحلقة السيتوكينية التي تنقبض أثناء انقسام الخلية. وليس معروفًا كيف تطورت الأدوار المختلفة لبروتين توبولين وبروتين FtsZ، لكن البكتيريا العتيقة قد تجاوب على هذا السؤال. فقد أورد إيان دوجن وزملاؤه بنية ووظيفة بروتين CetZ (ذي الصلة بالتوبولين) وFtsZ من بروتينات البكتيريا العتيقة *Haloferax volcanii*، والمنخرط في عملية التحكم في شكل الخلية. وتشير النتائج إلى أن هذه العائلة من البروتينات كانت مشتركة في عملية التحكم في شكل الخلية قبل فترة طويلة من تطور حقيقيات النواة.

CetZ tubulin-like proteins control archaeal cell shape
I Duggin *et al*
doi:10.1038/nature13983

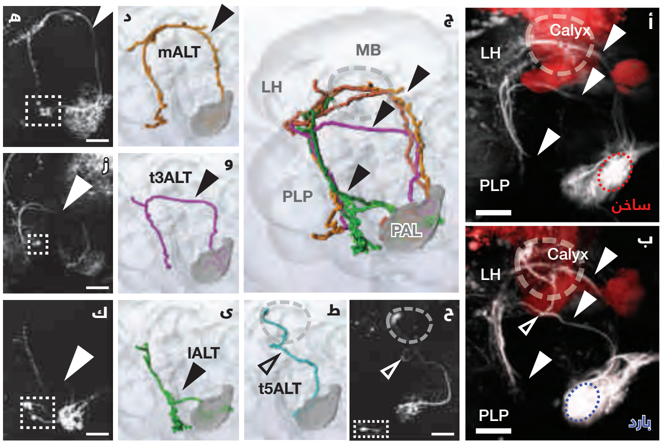
علم الأعصاب

تمثيل درجات الحرارة في الدماغ

تستشعر الحيوانات التغيرات في درجات الحرارة الخارجية عبر مستقبلات حرارية في الجهاز العصبي الطرفي، لكن الدوائر المركزية التي تتعامل مع هذه الإشارات العصبية لم تكن معروفة. أوردت دراستان، بقيادة راشيل ويلسون وماركو جاليو، فئات متميزة من الخلايا العصبية في دماغ الذبابة، تستجيب لانخفاض أو ارتفاع درجات الحرارة أو كليهما، كما تساهم في الاستجابة السلوكية. وتوضح النتائج كيف تستخرج مراكز الدماغ العليا جودة، وكثافة وتوقيت التحفيز من خريطة بسيطة لدرجة الحرارة على الأطراف.

Thermosensory processing in the *Drosophila* brain
W Liu *et al*
doi:10.1038/nature14170

Temperature representation in the *Drosophila* brain
D Frank *et al*
doi:10.1038/nature14284



الشكل أسفله | المسارات العصبية بالنظام الحسي الحراري للذبابة. أ، ب، تحويل الصورة من PA - GFP موجَّه إلى نهايات ما قبل متشابك مستقبلات الحرارة الساخنة (**أ**، دائرة حمراء) أو الباردة (**ب**، الدائرة الزرقاء) التي توسم مسارات ما بعد المتشابك، مما تكشف عن إسقاطات عصبية شائعة (رؤوس الأسهم المملوءة في **أ** و**ب**)، وواحد من الألياف الباردة (رؤوس الأسهم الفارغة في **ب**)، فضلًا عن درجة عالية من التقارب على ثلاث مناطق مستهدفة: جسم فطر عيش الغراب (MB)، القرن الجانبي (LH) طليعة مقدم الدماغ الجانبي الخلفي (PLP). وسمت أجسام فطر عيش الغراب بـ dsRed كعلامة. **ج**، **د**، **و**، **ح**، **ي**، إعادة البناء ثلاثي الأبعاد لمسارات محددة. **هـ**، **ز**، **ط**، **ك**، أكوام ثنائية الفوتون من الأدمغة التي تعبر عن بروتينات فلورية خضراء GFP تحت سيطرة الدوافع المعبر عنها بشكل انتقائي في الخلايا العصبية الإسقاطية الحسية الحرارية tPNs المقابلة. الدوافع: **هـ** R22C06، **ز**، R84E08، **ط**، R60H12. ك، R95C02 (الأجسام الخلوية موضوعة في صندوق). ALT، مسلك الفص الهوائي. **ل**، جانبي، **م**، وسطي، **ر**، عرضي. مقياس البار، 25 مم.

علم المناعة

استراتيجية جديدة للعلاج المناعي

أورد جون سامبسون وزملاؤه تجربة إكلينيكية صغيرة أجريت على مرضى ورم الأرومة الدبقية، والتي أوضحت أن الاستجابة المناعية والمضادة للأورام لتطعيم الخلية المتغصنة تزداد عن طريق التكييف المسبق لموقع التطعيم بتوكسويد التيتانوس (Td). وقد أظهرت التجارب على الفئران تأثيرات مماثلة، وأوضحت أن التكييف المسبق يعزز هجرة الخلايا المتغصنة للأورام، على الأقل جزئيًا بسبب عمل بروتين سيتوكين CCL3. وفي حين أن هذه التجربة الإكلينيكية صغيرة الحجم، إلا أن نتائجها قد تمهد الطريق أمام طرق جديدة لتحسين فعالية اللقاحات المضادة للسرطان.

Tetanus toxoid and CCL3 improve dendritic cell vaccines in mice and glioblastoma patients
D Mitchell *et al*
doi:10.1038/nature14320

علم البيئة

تأثيرات ارتفاع CO_2 في الغلاف الجوي

استخدمت دراسات نموذجية لقياس تأثيرات ارتفاع تركيزات ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي على توازن الطاقة تحت الحمراء، وبالتالي المناخ عبر المائتي عام الماضية. وفي ظل وجود بيانات رصدية شحيحة، تعرض هذه الورقة البحثية أدلة تجريبية لتأثير ارتفاع مستويات ثاني أكسيد الكربون بالغلاف جوي على توازن طاقة سطح الأرض. حيث يعد الارتفاع بنسبة الإشعاع السطحي بين الأعوام 2000 و2010، والذي تم قياسه عند موقعين تجريبيين، مسئولا عن زيادة نسبة ثاني أكسيد كربون بالغلاف الجوي بقدر 22 جزء لكل مليون عبر هذا العقد، وذلك حسب نتائج النموذج.

Observational determination of surface radiative forcing by CO_2 from 2000 to 2010
D Feldman *et al*
doi:10.1038/nature14240

انخفاض طويل الأمد لخزان كربون الأمازون

تمثل غابات الأمازون مصدرًا مهمًّا لتخزين الكربون، من خلال نمو أشجارها التي تستخدم ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي. تشير هذه الورقة البحثية إلى أن سعة الغابات الأمازونية على استيعاب الكربون قد انخفضت، وينطوي ذلك على دلالات مهمة لتغير المناخ. ومن خلال الاستفادة من القياسات الناتجة عن أكثر من 300 مرصد بيئي طويل الأجل عبر المنطقة، تبين رويل براينن وزملاؤه أن معدلات الارتفاع النهائي بالكتلة الحيوية فوق الأرض قد انخفضت بمقدار الثلث أثناء العقد الماضي مقارنة بالتسعينات، نتيجة لمعدل النمو الذي يرتفع بثبات. وفي الوقت ذاته يرتفع فناء الكتلة الحيوية باستمرار.

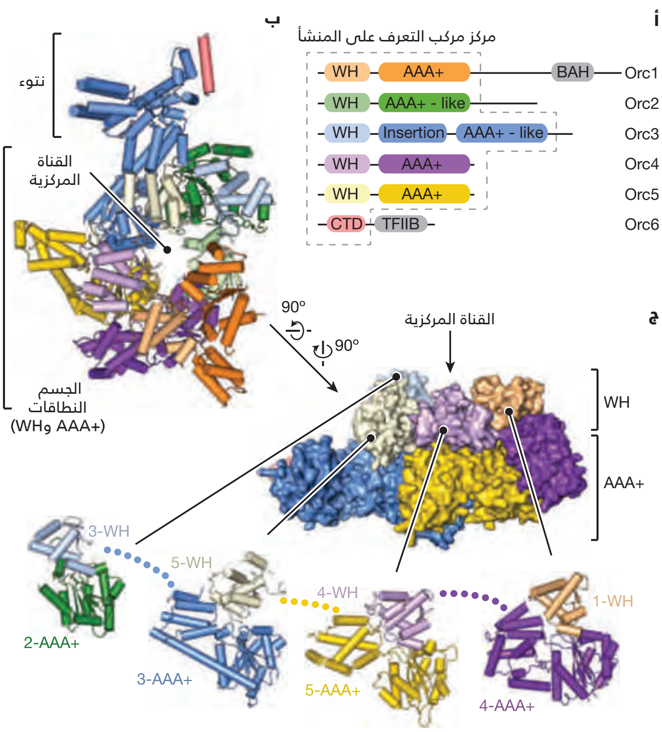
Long-term decline of the Amazon carbon sink
R Brienen *et al*
doi:10.1038/nature14283

فيزياء حيوية

بِنْيَة مركَّب بدء النسخ المتماثل

تستخدم الكائنات الحية حقيقية النواة مركب تقييد للحمض النووي مكون من ستة وحيدات – مركب التعرف على المنشأ (ORC) – لبدء عملية النسخ المتماثل. وقد حل جيمس بيرجر وزملاؤه بنية هذا المركب ذو الوزن الجزيئي 270 كيلو دالتون عند استبانة 3.5 أنجستروم. وتستطيع البنية الحلقية لمركب التعرف على المنشأ تطويق الحمض النووي المزدوج، كما تم تحديد المجال الذي يتشارك مع مركب صيانة الكروموسوم المصغر هيليكيز 2–7. ويشير موضع الوحدة الفرعية Orc1 إلى الكيفية التي قد تثبط بها مركب التعرف على المنشأ ذاتيا، مما يسمح بالاستجابة لدورة الخلية أو الإشارات التطورية.

Crystal structure of the eukaryotic origin recognition complex
F Bleichert *et al*
doi:10.1038/nature14239



الشكل أسفله | بِنْيَة مركَّب التعرف على المنشأ (ORC) الخاص بذبابة الفاكهة Drosophila. أ، تنظيم نطاق الوحدة الفرعية لمركب التعرف على المنشأ (ORC). ترسم الخطوط المتقطعة حدود مركز مركب التعرف على المنشأ المستخدم للبلورة (TFIIB وCTD) الشبيهة بعامل النسخ الثاني ومجالات النهاية الكربوكسيلية في Orc6، ومجال التماثل المجاور للبروم BAH في Orc1). **ب**، التركيب البلوري لمركب التعرف على المنشأ. نطاقات الوحدات الفرعية الفردية ملونة كما هو الحال في **أ**. **ج**، منظر جانبي لمركب التعرف على المنشأ (السطح) يسلط الضوء على تنظيم جسم المركب متبادل المجال ثنائي المستوى، لا تظهر نطاقات (Orc1 +AAA وOrc2 WH، فضلا عن بقايا النهاية الأمينية Orc2 (بنيت كعديد الألانين). منظر (كرتوني) يبين نطاقات WH في مواجهة الوحدات الفرعية المجاورة +AAA.

بيولوجيا الخلية

هدف جديد للمركَّب "ريسفيراترول"

سلَّطَت عدة تقارير الضوءَ على الفوائد الصحية للريسفيراترول (RSV)، وهو مكون طبيعي بقشور العنب والنبيذ الأحمر. ويعتقد أن المركب يؤثر على إطالة أمد الحياة، ويحمي ضد مجموعة متنوعة من الأمراض، حيث يستحث استجابة للإجهاد تنطوي على تنشيط جينات البقاء على قيد الحياة. يعرض ماثيو ساجيش وبول شيمل بنية هذا المركب البلورية عند استبانة 2.1 أنجستروم، وهي مقيدة إلى موقع نشط لإنزيم سينثاتيز الحمض الريبي النووي الناقل تيروسيل البشري (TyrRS)، وهو الإنزيم الذي ينتقل إلى النواة في حالات الإجهاد. ويرى الباحثون أن مركب ريسفيراترول يثبط النشاط التحفيزي، ويعيد توجيه إنزيم TyrRS إلى وظيفة نووية، مما يحفز عملية إضافة الريبوزيل لإنزيم بوليميريز PARP-1، وهي العملية المعتمدة على ثنائي نوكليوتيد النيكوتيناميد والأدنين موجب الشحنة (NAD^+)، بالإضافة إلى تنشيط مسارات الإشارات المتعلقة بالإجهاد. يشير هذا العمل إلى آلية بديلة لعمل مركب ريسفيراترول، إضافة لتقييده إلى إنزيم الهيستون النازع لمجموعة الأستيل SIRT1 وتنشيطه.

A human tRNA synthetase is a potent PARP1-activating effector target for resveratrol
M Sajish *et al*
doi:10.1038/nature14028

كيمياء حيوية

تمثيل بِنْيَة الحمض النووي بصريًّا

المنظر التقليدي للحمض النووي بالهيدروجين-المقيد هو التمثيل الثابت الذي لا يعكس الديناميات الفعلية لهذا الجزيء. في الواقع، فإن الحمض النووي يشهد باستمرار تعديلات عابرة في القواعد النووية، والتي كان من الصعب تحديدها كميا وتصورها. لذا استخدم هاشم الهاشمي وزملاؤه الرنين المغناطيسي النووي لتوصيف هذه الأشكال العابرة. وتشير نتائجهم إلى أن هذه الأشكال موجودة على مستويات عالية بما يكفي للتأثير على دقة النسخ المتماثل والترجمة. على وجه التحديد، وجد الباحثون أن نواتج الازدواج الخاطئ بين قواعد الحمض النووي والحمض النووي الريبي (dG•T) و (rG•U) تتحول بشكل عابر إلى نواتج الازدواج الخاطئ الشبيهة بنموذج واطسون وكريك، التي تستقر من خلال وجود قواعد مماثلة وأنيونية نادرة.

Visualizing transient Watson–Crick-like mispairs in DNA and RNA duplexes
I Kimsey *et al*
doi:10.1038/nature14227



غلاف عدد 26 مارس 2015
طالع نصوص الأبحاث في عدد 26 مارس من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

أحياء جزيئية

تكوين الأوعية الدموية

تُعتبَر الهجرة الخلوية عاملًا حاسمًا في العمليات البيولوجية المهمة، مثل مرحلة التطور الجنيني، والالتهاب، وتكوين الأوعية الدموية، لكن لا يزال يتعين تحديد كثير من جوانب آليّة الحركة الخلوية، تحدث على المستوى الجزيئي. وقد حدَّد ويلان يي وزملاؤه مسارًا لم يكن معروفًا من قبل لتنظيم حركة الخلية البطَانِيّة. وجد الباحثون أن مثبطًا انتقائيًّا من MAP4K4 يغيِّر شكل التبرعم الظاهري للخلايا البطانية خلال تكوين الأوعية الدموية. ويسبِّب المثبط تراكم الخلايا البطانية لنتوءات تحت خلوية طويلة ورقيقة، مما يشير إلى فشل اختفاء هذه النتوءات. ويُظْهِر المؤلفون أن MAP4K4 يُفَسْفِر الموسين، الذي ينظم تفكيك الالتصاق البؤري، عن طريق تعطيل المستقبِل β1، وأن مسار MAP4K4- موسين- تالين- إنتجرين β1 يلعب دورًا في كل من تكوين الأوعية الدموية العادية، والمَرَضِيّة.

MAP4K4 regulates integrin-FERM binding to control endothelial cell motility
P Vitorino *et al*
doi:10.1038/nature14323

فيزياء كَمِّيّة

التشابك الكَمِّي في شكله الإجمالي

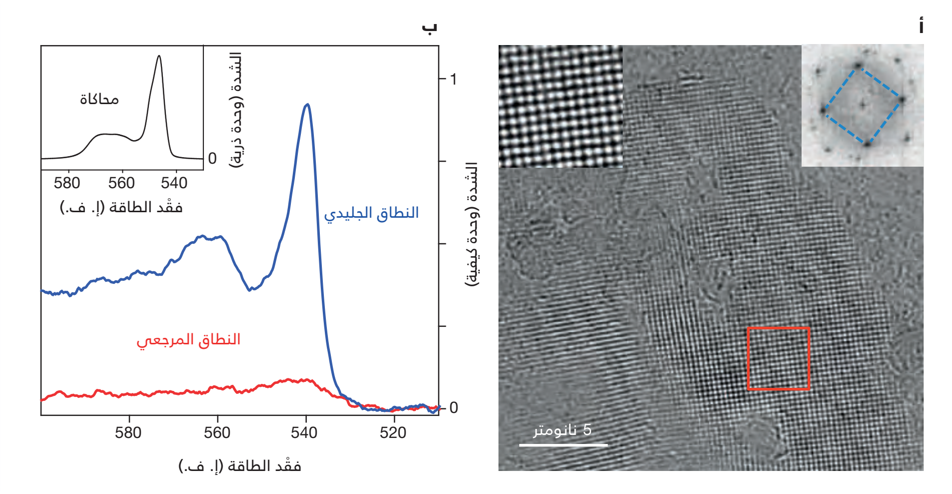
يُعَدّ التشابك الكمي أداة حاسمة لتسخير التقنيات الكمية لتطبيقات

كانت مستحيلة في السابق. وتبشِّر أطقم الجسيمات التشابكية بأن تكون ذات نفع بعلم القياس الكَمِّي، لكنها صعبة الإنتاج. ويُظْهِر فلادان فوليتيك وزملاؤه كيف أن الكشف عن فوتون مفرد من ليزر متفاعل مع طقم ذري يمكنه إنتاج تشابك ما يقرب من 3,000 ذَرَّة. وتم إنتاج تشابكات أطقم ذَرِّيَّة مع عديد من الذرات من قبل، لكنها أظهرت فقط علامات ضعيفة لانعدام الكلاسيكية، حيث تم قياسها بما يُدعى دالة "فيجنر". مع ذلك.. تبيِّن الذرات المتشابكة دالة "فيجنر" سالبة، ولذلك.. فهي غير كلاسيكية بدرجة كبيرة، لتوفر بذلك مسارًا واقعيًّا لأطوار "قطة شرودنجر" بالتشابكات الذَّرِّيَّة الضخمة. ولم يتم بعد تحسين النتيجة، لتسفر عن تقدُّم كَمِّي في تطبيقات علم القياس، لكنها خطوة مهمة باتجاه ذلك الهدف.

Entanglement with negative Wigner function of almost 3,000 atoms heralded by one photon

R McConnell *et al*

doi:10.1038/nature14293



تقنية نانوية

مربعات جليدية بالفراغات المحصورة

تمارس المياه الممتصة عند الحدود البينية، والمحصورة داخل مسام مجهرية، دورًا مهمًّا بمجالات عديدة، من علم المواد وعلم الأرض إلى علم الأحياء والتقنية النانوية. وتم اقتراح عديد من الهياكل النظرية للمياه ذات "البعد المنخفض"، ولكن من العسير التحقق منها تجريبيًّا. استخدم الباحثون مجهرًا إلكترونيًّا عالي الدقة؛ للحصول على صور للمياه المحصورة بين صفيحتين من الجرافين. تكْشِف الصور عن وجود "جليد مربع"، وهو طور تصاحبه هندسة ربط هيدروجينية مختلفة جدًّا عن تلك الخاصة بأطوار المياه الأخرى. وتشير محاكاة الديناميّات الجزيئية إلى أن الضغط الناشيء عن حصر صفائح الجرافين يساعد على استقرار طور الجليد المربع، كما تشير إلى أن هذا النموذج الذي تم التعرف عليه حديثًا للمياه البلورية سيكون حاضرًا بالقنوات النانوية الكارهة للمياه بطريقة مستقلة عن تركيبها الذَّرِّي الدقيق.

Square ice in graphene nanocapillaries

G Algara-Siller *et al*

doi:10.1038/nature14295

الشكل أعلاه | الجليد التربيعي. أ، جزء من جيب مائي كبير. تمت دراسة الكثير من تلك الجيوب. الهياكل غير المنتظمة بمثابة تلوث هيدروكربوني. تبين الصورة المرفقة بأعلى اليمين صورة مكبرة للمساحة المحددة باللون الأحمر. تبين الصورة المرفقة بأعلى اليسار تحويل فورييه للصورة بأكملها، مع أربع ذروات من الرتبة الأولى للشبكة التربيعية؛ حيث تم تسليط الضوء على التناظر التربيعي بواسطة الخطوط الزرقاء والمجموعتين سداسيّتي الأوجه التي تأتي من التغليف الجرافيني. **ب،** أطياف فقد الطاقة الإلكترونية EELS من المناطق المحتوية على جليد ثنائي الأبعاد ومياه غير مرئية. تأتي كل من تلك الأطياف من نطاقات حجمية متشابهة (100 نانومتر). تبين الصورة المرفقة محاكاة أطياف فقد الطاقة الإلكترونية للجليد ثلاثي الأبعاد (يُظْهِر Ic وIhg أطيافًا متشابهة).

علم الوراثة

بِنْيَة الحمض النووي الريبي الأصلي

تتيح طبيعة شرائط الحمض النووي الريبي المفردة اعتمادها لِبِنًى ثانوية مختلفة، يمكن أن تؤثر على وظيفتها، لكن تظل الأساليب الحالية لقياس بِنْيَة الحمض النووي الريبي في الجسم الحي محدودة. وقد قُدمت ورقتان بحثيّتان نُشرتا مؤخرًا في دورية *Nature* تقنيات جديدة لمعالجة هذه الفجوة، حيث ابتكر هوارد تشانج وزملاؤه منهجية "كليك" CLICK تمكِّن الباحثين ـ للمرة الأولى ـ من دراسة النيوكليوتيدات الأربعة في الحمض النووي الريبي. وبينما تبدو بعض البِنَى مستقرة ومبرمجة من خلال التتابع الوراثي، يكون البعض الآخر أكثر ديناميكيةً، مما يعكس ربط البروتينات، أو تعديل القواعد. قد تسمح هذه الطريقة بأنْ يتم تحليل الحمض النووي الريبي في الجسم الحي من منظور علم الجينوم البنيوي. وفي الدراسة الثانية من هاتين الدراستين، طوَّر جيرنيج أولي وزملاؤه طريقة "هاى كليب" hiCLIP لقياس بِنَى الحمض النووي الريبي المقيدة بالبروتينات على وجه التحديد. وقد لوحظت ميزات مختلفة، مثل تفضيل التفاعلات وسط الجزيء الداخلي، وضعف تمثيل البِنَى في مناطق الترميز. وتؤكد النتائج أن بِنْيَة الحمض النووي الريبي قادرة على تنظيم التعبير الجيني. ومع عدم معرفة الأهمية الوظيفية، من الجدير بالذكر أن تعدُّد أشكال النوكليوتيدات المفردة ليس موجودًا بالوتيرة المتوقَّعة في مناطق الترميز.

Structural imprints *in vivo* decode RNA regulatory mechanisms

R Spitale *et al*

doi:10.1038/nature14263

hiCLIP reveals the *in vivo* atlas of mRNA secondary structures recognized by Staufen 1

Y Sugimoto *et al*

doi:10.1038/nature14280

تضاعُف الحمض النووي في المختبَر

لقد كان هدف إعادة تشكيل نظام تضاعف الحمض النووي بحقيقيات النواة خلال مراحل بدايته المبكرة باستخدام البروتينات النقية مرغوبًا فيه لفترة طويلة. مع ذلك.. أعاق الوصول إلى هذا الهدف التركيب المعقد لحقيقيات النواة، بالمقارنة بالأنظمة البكتيرية، وأنظمة الفيروسات البكتيرية. وقد أعاد جون ديفلي وزملاؤه تشكيل الأحداث الأولى لتضاعف الخميرة المتبرعمة في المختبر بنجاح. ويحتوي نظام البروتينات النقية 42 بروتينًا، يضم 16 مركَّبًا، وينجز مراحل العملية، بما في ذلك تنظيمه بواسطة إنزيمات الكينيز.

Regulated eukaryotic DNA replication origin firing with purified proteins

J Yeeles *et al*

doi:10.1038/nature14285

استهداف معالِج دقيق بتعديل m^6A

بالرغم من أن عملية تعديل N^6 ميثيل الأدينوزين (m^6A) للحمض النووي الريبي كانت معروفة منذ السبعينات، إلا أنه لم يُلْتَفَت إلى دورها في تنظيم الأحداث الخلوية إلا مؤخرًا،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وهو ما صاحب إنجاز توصيف على نطاق الترنسكريبتوم. فقد وجد سهيل تافازوي وزملاؤه أن إضافة علامة m^6A إلى جزيئات الحمض النووي الريبي المجهري الأولي، بواسطة شبيه إنزيم ناقل الميثيل (METTL3)، هي عملية ضرورية لتحقيق التعرف عليها بواسطة DGCR8، وهو المركب الرئيس في تكوين المعالج الدقيق. ونتيجة لذلك.. في غياب الناقل METTL3، يُعاق النشوء الحيوي لجزيئات الحمض النووي الريبي المجهري بشكل شامل، بغض النظر عن نوع الخلية. وأحد الأدوار المحتملة لمثل هذه العلامة النووية m^6A هو التمييز بين السلائف الحقيقية من جزيئات الحمض النووي الريبي العشوائية ذات البِنْيَة الثانوية. وقد أوردت تقارير عن تغيُّر تعبير METTL3 في مختلف أنواع السرطانات البشرية، مما يشير إلى احتمال وجود صلة بين التعبير الشاذ لجزيئات الحمض النووي الريبي المجهري، وحدوث السرطان.

***N^6*-methyladenosine marks primary microRNAs for processing**

C Alarcón *et al*

doi:10.1038/nature14281

فيزياء

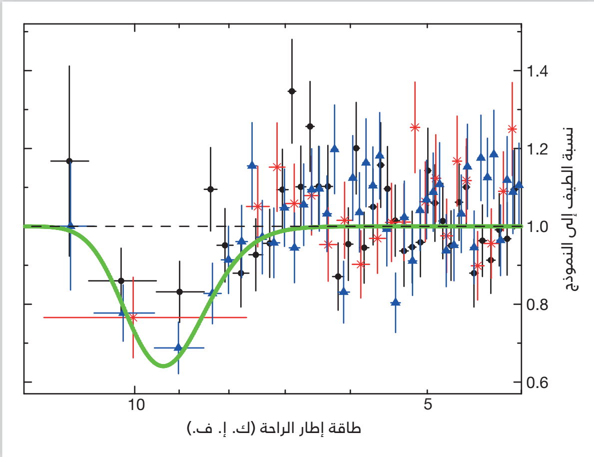
التحكم في حركة قطرات السوائل

هناك فائدة عملية للقدرة على التحكم في حركة قطرات السوائل في عدد من التطبيقات، بما فيها المعالجة المجهرية للسوائل. تتطلب التقنيات الحالية تدرُّجات كبيرة من الطاقة على الأسطح الصلبة، حيث تُوضع القطرات أو سطح مُعَدّ بعناية؛ للتغلب على تثبيت خط التماس (تأثير يحدّ عادةً حركة القطرات). تَعْرِض هذه الورقة البحثية ظاهرة لم تكن معروفة في السابق، وقد توفر وسيلة مناسبة للتلاعب بقطرات السوائل. تتكون القطرات من مكوِّنين قابلين للامتزاج، حيث يمتلك أحد المكونين ضغط بخار وتوترًا سطحيًّا أكثر ارتفاعًا من المكوِّن الآخر، كالماء، وجليكول البروبيلين، وهو ما يُظْهِر زاوية تماس عند ترسُّبه على سطح مرتفع الطاقة، لكنه يستقر على غشاء سائل؛ حتى لا يعاني من تثبيت خط التماس. تستقر القطرات عن طريق تبخُّر تدرُّج التوتر السطحي المستحث، مع إمكانية تحرُّكه تحت تأثير قُوَى ضئيلة، مثل البخار المنبعث بواسطة القطرات المجاورة. وقد تم تسجيل نطاق واسع من التفاعلات المثيرة، في شكل ارتداد قطرة فوق سطح أخرى، أو مطارَدة قطرة لأخرى في دائرة من قطرات مختلفة، مُرَتَّبَة وفقًا لتوتُّراتها السطحية.

Vapour-mediated sensing and motility in two-component droplets

N Cira *et al*

doi:10.1038/nature14272



فَلَك

رياح كَوْنِيَّة

هناك انطباع فني لمَجَرّة ذات تدفق قوي واسع النطاق يأتي من نطاقاتها النووية (أحمر/برتقالي ورمادي/أزرق). فقد رصد فرانسيسكو تومبيسي وآخرون رياحًا قرصية تراكمية قوية ذات سرعة نسبية معتدلة بطيف الأشعة السينية الخاص بـIRAS F11119+3257، وذلك بالقرب من مَجَرّة فائقة السطوع تحت الأحمر، مصنَّفة بصريًّا بأنها من النوع الأول ($z = 0.189$) وتستضيف تدفقًا جزيئيًّا قويًّا. تتسق طاقة تلك الرياح مع الاقتراح بقدرة الرياح النووية المَجَرّية على توفير طريقة فعالة لنقل الطاقة للوسط النجمي، وكذلك دعم النظرية القائلة إن تلك الرياح تؤثر على تطور الثقوب السوداء الهائلة ومَجَرّاتها المضيفة.

Wind from the black-hole accretion disk driving a molecular outflow in an active galaxy

F Tombesi *et al*

doi:10.1038/nature14261

الشكل أعلاه | خط امتصاص بطيف سوزاكو الخاص بـ IRAS F111191+3257. النسبة بين الأطياف المنفصلة لكواشف سوزاكو (الأسود)، وXIS1 (الأحمر)، وXIS3 (الأزرق)، والنموذج المتصل منخفض الطاقة الممتص بنطاق الطاقة $E = 4 - 12$ ك. إ. ف. تشمل النسبة الخاصة بالنموذج خط الامتصاص عند طاقة إطار الراحة البالغة 9.82 ك. إ. ف. والمتراكبة باللون الأخضر. تم تجاهل البيانات لنسبة إشارة إلى ضوضاء تبلغ 10 ث للوضوح. الأخطاء عند المستوى $\sigma1$.

عِلْم الأعصاب

وظائف التعلُّم والذاكرة

يُعتقَد أن الذكريات المرتبطة بالخوف ترقد في اللوزة المخيّة، وتكون متاحة طوال مدة حياة الحيوان. ومع ذلك.. فإن الدوائر اللازمة لاسترجاع هذه الذاكرة في أوقات مختلفة لا تزال مجهولة. وكَشَف عملٌ مؤخرًا عن أن النواة المجاورة للبطين (PVT) تنشط بقوة بعد وقوع إجهاد بدني ونفسي في الفئران. وحاليًّا، برهنت ورقتان بحثيّتان ـ نُشرتا مؤخرًا إلكترونيًّا في دورية *Nature* ـ على وجود دور للنواة المجاورِة للبطين خلال فترة الانتقال من التخزين قصير الأجل إلى التخزين طويل الأجل للذكريات المرتبطة بالخوف. وأظهر ماريو بنزو وزملاؤه أن تثبيط النواة المجاورِة للبطين حال دون التكيف مع الشعور بالخوف، عبر الإخلال بزيادة الفعالية المشبكية المستحثة بالخوف لمجموعة فرعية معينة من الخلايا العصبية الموجودة في اللوزة المخيّة. ويفرِّق فابريسيو دو مونتي وزملاؤه بين استرجاع نقاط زمنية في وقت مبكر أو متأخر، وتَبيَّنوا أنه بينما يكون للنواة المجاورِة للبطين دور حاسم في استرجاع الذاكرة المتأخرة للشعور بالخوف، تكون لدائرة منفصلة ناشئة عن قشرة الفص الجبهي (PFC) دور مهم في استرجاع الذاكرة المبكرة للشعور بالخوف.

The paraventricular thalamus controls a central amygdala fear circuit

M Penzo *et al*

doi:10.1038/nature13978

A temporal shift in the circuits mediating retrieval of fear memory

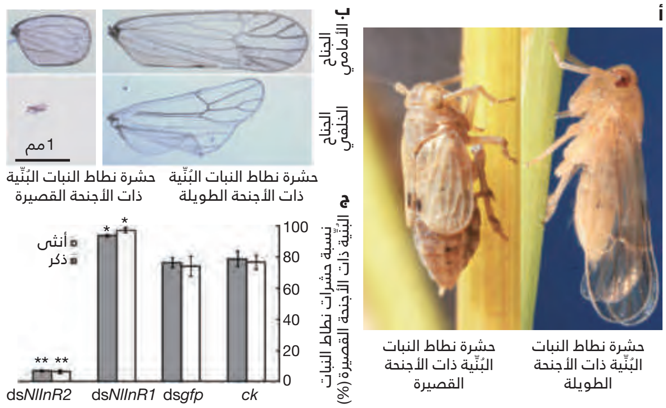
F Do-Monte *et al*

doi:10.1038/nature14030

طب

علاج جديد لمرض قلبي

أظهرت التجارب المُجْرَاة على الحيوانات أن تثبيط إنزيم ثنائي إستيريز الفوسفور 5A (PDE5A) من خلال عقار الفياجرا ـ على سبيل المثال ـ يمكن أن يحمي القلب من الإجهاد المرضي، من خلال منع تحلُّل أحادي فوسفات الجوانوزين الحلقي cGMP، المتولِّد من أكسيد النيتريك. ومع ذلك.. فإن تخليق أحادي فوسفات الجوانوزين الحلقي ينخفض غالبًا في أمراض القلب والأوعية الدموية، مما قد يفسر النتائج المخيبة للآمال لتثبيط إنزيم ثنائي إستريز الفوسفور 5A في التجارب الإكلينيكية. وقد حدَّد ديفيد كاس وزملاؤه مؤخرًا هدفًا بديلًا، إنزيم ثنائي إستريز الفوسفور 9A (PDE9A)، الذي ينظِّم ـ على وجه التحديد ـ تأشير أحادي فوسفات الجوانوزين الحلقي المقترن ببتيد الناتريوتريك، وهو مستقل عن أكسيد النيتريك. وأظهروا أن إنزيم ثنائي إستريز الفوسفور 9A



يزداد تنظيمه في حالات أمراض القلب، وأن تثبيطه في الفئران يمكن أن يعكس مرض القلب المستحَث بالإجهاد. ويبدو أن مثبطات PDE9A يمكن أن يتحملها البشر بشكل جيد، وتجري دراستها في تجارب إكلينيكية لمرض عصبي معرفي. وتشير النتائج الجديدة إلى أن هذه المثبطات قد تجد لها تطبيقًا علاجيًّا في أمراض القلب.

Phosphodiesterase 9A controls nitric-oxide-independent cGMP and hypertrophic heart disease

D Lee *et al*

doi:10.1038/nature14332

علم الحيوان

هويّة مزدوجة لحشرة مرتبطة بالإنسولين

يمكن أن تتخذ بعض الحشرات شكلين مختلفين، أحدهما طويل الجناح، يستطيع التحرك من موئل إلى موئل، وفق توفُّر الموارد، والآخر قصير الجناح، ذو خصوبة عالية. لم تكن التفاصيل الجزيئية المرتبطة بهذا التبديل واضحة. أحد الأنواع التي تقود هذه الحياة المزدوجة هي حشرة نطّاط النبات البُنِّية المهاجِرة *Nilaparvata lugens*، وهي آفة خطيرة في مناطق زراعة الأرز في آسيا. أظهر تشانج شي شوان وزملاؤه أن تطور الجناح الطويل مقابل الجناح القصير في حشرة نطّاط النبات يتم التحكم فيه من خلال تأثيرين متعارضين لاثنين من مستقبِلات الإنسولين، InR1 وInR2، على نشاط رأس عامل النسخ "فوكسو" Foxo.

Two insulin receptors determine alternative wing morphs in planthoppers

H Xu *et al*

doi:10.1038/nature14286

الشكل أعلاه | حذف جين NlInRs في حشرات نطاط النبات البُنِّيّة BPHs. أ، حشرات نطاط النبات البنية ذات الأجنحة القصيرة (SW) وحشرات نطاط النبات البُنِّيّة ذات الأجنحة الطويلة (LW). ب، الأجنحة الأمامية والخلفية لحشرات نطاط النبات البُنِّيّة ذات الأجنحة القصيرة وحشرات نطاط النبات البُنِّيّة ذات الأجنحة الطويلة. ج، نسبة حشرات نطاط النبات البُنِّيّة ذات الأجنحة القصيرة من ثلاث تجارب (المتوسط ± الخطأ المعياري للمتوسط s.e.m). ck دون استخدام أي معاملات (الإناث n=130، 137 ذكور)، dsgfp (الإناث n=142، 181 ذكور)، dsNlInR1 (n=101 من الإناث و134 من الذكور) وdsNlInR2 (الإناث n=107، 142 ذكور). *P 0.05> و**P≤0.001 (اختبار-تي للطالب)، الاختلاف عن (الفارق من) ck.

بيولوجيا الخلية

التأثيرات الخفية على دورة الخلية

يُعتقَد أن اختلاف مدة دورة الخلية ينجم عن التقلبات العشوائية في العمليات الجزيئية الأساسية؛ مثل إنتاج وتحلُّل البروتين، أو الحمض النووي الريبي المرسال. واستنادًا إلى قياس دقيق لمدة دورة الخلية في الآلاف من خلايا الثدييات، أوردت ناتالي بالابان وزملاؤها مؤخرًا أن الارتباطات بين الخلايا القريبة تُفقد بين خلايا الأم، والخلايا الناتجة عن الانقسام. واستنادًا إلى نموذج قطعي دقيق يلخِّص بياناتهم، يرى الباحثون أن التغيرات الخلوية الملحوظة في الاستجابات للعلاج بالعقاقير أو بالمضادات الحيوية يمكن أن تُعزَى إلى عمليات أقل عشوائية مما كان يُعتقَد سابقًا.

Lineage correlations of single cell division time as a probe of cell-cycle dynamics

O Sandler *et al*

doi:10.1038/nature14318

مستشعر ليسوسومي

يدمج مركّب بروتين كينيز mTORC1 محفِّزات الغذاء والنمو؛ لتعديل مسارات التنبيه، التي تنظم ـ بدورها ـ الأيض الخلوي وفسيولوجيا الخلية. وعلى الرغم من أهمية الأحماض الأمينية لنشاط مركّب mTORC1، فإن الطبيعة الجزيئية لآلية استشعار الحمض الأميني لدى الليسوسوم غير معروفة. وقد اكتشف جوليو سويبرتي فورجا وزملاؤه أحد أعضاء مجموعة البروتينات الناقلة SLC38A9، الذي يمثِّل مكوِّنًا تكامليًّا للآلية الليسوسومية، القادرة على استشعار الأحماض الأمينية مباشرةً، وتنشيط مركّب mTORC1.

SLC38A9 is a component of the lysosomal amino acid sensing machinery that controls mTORC1

M Rebsamen *et al*

doi:10.1038/nature14107

علم البيئة

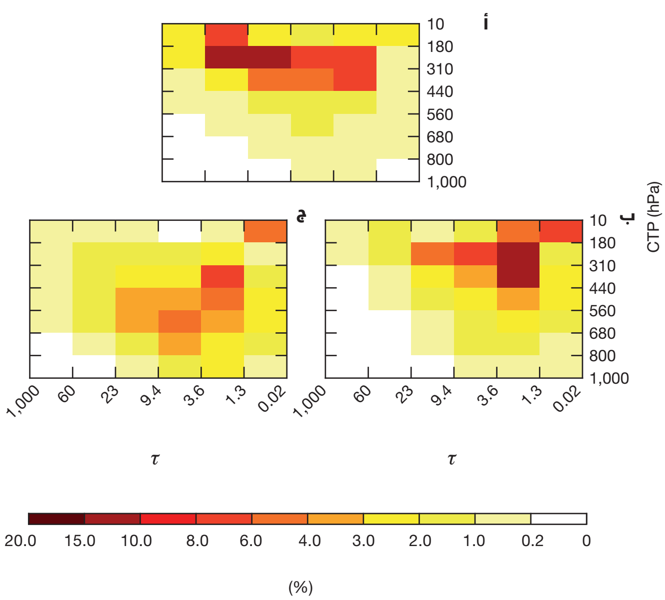
الهَطْل المتزايد

هناك إجماع كبير على أن معدَّل هَطْل الأمطار الاستوائية سيزداد في ظل الاحترار المناخي، لكن لا تزال العملية التي تقود ذلك الارتفاع غير مؤكدة، وكذلك الحال بالنسبة إلى قيمته وموقعه المتوقَّع. يَستخدِم جاكسون تان وزملاؤه الآن ترصُّد القمر الصناعي؛ ليوضحوا أن ارتفاعًا بتيارات الحمل الحراري العميقة المنظمة ـ وهي تجمُّع كبير من الهَطْل الغزير والسُّحُب الكبيرة - يقف وراء معظم الارتفاعات الأخيرة بهَطْل الأمطار الاستوائية. تفسِّر الحيود بتيارات الحمل الحراري المنظمة بشكل كبير أيضًا الأنماط المكانية لتغير الهَطْل الاستوائي.

Increases in tropical rainfall driven by changes in frequency of organized deep convection

J Tan *et al*

doi:10.1038/nature14339



الشكل أسفله | مدرجات إحصائية مشتركة للمراكز المتوسطة الخاصة بأنظمة سحب تيارات الحمل الحراري. المتوسطات الحشدية (أو المراكز المتوسطة) الخاصة بأنظمة سحب تيارات الحمل الحراري بالمدرجات الإحصائية المشتركة التي تعبر عن توزيع السحب بالضغط الأعلى لسحبها (CTP) والسُّمْك البصري (*τ*) لـ CR1 (**أ**) وCR2 (**ب**) وCR3 (**ج**). تشير الصناديق بالمساحة اليمنى العلوية للمدرجات الإحصائية المشتركة إلى السحب السميكة بصريًّا ذات القمم العالية، والخصائص التي تمتلكها السحب الركامية. يبلغ غطاء السحب من الأنظمة 95% (CR1) و90% (CR2) و78% (CR3). تبلغ الترددات للأنظمة طوال كامل الفترة 0.055 (CR1) و0.083 (CR2) و0.142 (CR3).



غلاف عدد 2 إبريل 2015

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 2 إبريل من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

أحياء مجهرية

التفاعلات بين بكتيريا الجلد والجهاز المناعي

لا تَخْفَى على أحد أهمية مجهريات البقعة المعوية الخاصة بنا في حالات الصحة والمرض، لكن ما لا نعرفه بشكل واضح هو دور الميكروبات المتعايشة على الجلد، حيث إنها تتفاعل مع نسيج غير مصمم للامتصاص، خلافًا للنسيج المعوي. فقد قامت ياسمين بلقايد وزملاؤها بفحص طبيعة الخلايا التي تعرض المستضد، المنخرطة في الحوار بين الجهاز المناعي والميكروبات المتعايشة على الجلد. ووجد الباحثون أن البكتيريا المتعايشة على الجلد تثير استجابة جلدية طويلة الأمد، وتعتمد على الخلية الشجيرية التائية $CD8^{+}$، مع الحفاظ على حالة التوازن بالنسيج. كما تَبيَّن أن الخلايا التائية $CD8^{+}$ تعزز الحماية الفطرية ضد مسبِّبات الأمراض الفطرية.

Commensal–dendritic-cell interaction specifies a unique protective skin immune signature

S Naik *et al*

doi:10.1038/nature14052

نمو البكتيريا الخيطية المجزأة معمليًّا

إن لمجهريات البقعة المعوية دورًا مهمًّا في نضج الجهاز المناعي المخاطي للمضيف. وتتميز الأنواع المشار إليها باسم البكتيريا الخيطية المجزأة (SFB) ـ على وجه الخصوص ـ بقدرتها على تحفيز نضج حجرات الخلايا البائية والتائية، واستحثاث استجابات خلايا 17 المساعدة التائيّة في الأمعاء. ومع ذلك.. لا يُعرَف سوى القليل عن تفاعل المضيف مع البكتيريا الخيطية المجزأة، نظرًا إلى أنها قاومت محاولات الاستزراع في المختبر لأكثر من 50 عامًا. وقد طوَّر فيليب سانسونيتي وزملاؤه نظام استزراع مشترك للمضيف مع البكتيريا الخيطية المجزأة، يُستخدَم لدعم تكوين الخيوط وتجزئتها وتمايزها؛ لإطلاق جسيمات معدية قابلة للحياة. وهذه السلالة يمكن أن تستعمر الفئران، وتستحث الاستجابة المناعية، وهذا يعني أن نظام الاستزراع الجديد سوف يساعدنا على فهْم هذه المتكافلات المهمة، وتفاعلها مع مضيفها.

Growth and host interaction of mouse segmented filamentous bacteria *in vitro*

P Schnupf *et al*

doi:10.1038/nature14027

علْم الحيوان

صَيْد أصول الفقاريات ذوات الفَكّ

يُعتبَر التطور المبكر للفقاريات ذوات الفك (جناثوستومس gnathostomes) أحد الموضوعات الساخنة في علم الحفريات. فقد استخدم برازو وزملاؤه المسح الضوئي المقطعي المحوسب؛ لإلقاء نظرة جديدة على قحف المخ، وسقف جمجمة تنتمي إلى العصر الديفوني المبكر من سيبيريا، عمرها 415 مليون سنة، وتم وصفهما في عام 1992 بواسطة هانس-بيتر شولتز على أنهما من عصر السَّمَك العَظْمِيّ المبكر (osteichthyan). ووجدوا أن قحف المخ الأساسي يُظْهِر خليطًا من الميزات التي تُرَى بشكل منفصل في السَّمَك العظمي، والسَّمَك الغضروفي، أو في أي منهم. يضع تحليل النشوء والتطور السَّمَكَ في قاعدة الفقاريات ذوات الفك (gnathostomes)، ويشير إلى أن القرشيات الشوكية المبهمة (طائفة من السَّمَكَ الفكِّيّ المنقرض) ـ مجموعة من السَّمَكَ الأحفوري، انقرضت بالكامل - كانت من فصيلة السَّمَكَ الغضروفي.

Osteichthyan-like cranial conditions in an Early Devonian stem gnathostome

S Giles *et al*

doi:10.1038/nature14065

تطوُّر العمود الفقري في الثعبان

كان يُعتقَد أن العمود الفقري للثعابين قد فقد وجوده الإقليمي أمام فتحة المذرق، إما بسبب تجانس الأكواد الجينية لتشكُّل الجسم *Hox*، أو لتأثيرها، ولكن أثبت جيسون هيد، وديفيد بولي عكس هذه المعلومة، من خلال التحليل الكمي للعمود الفقري في الثعابين، الذي أظهر أنه لا يحافظ فقط على أقلمة جين هوكس *Hox*، ولكن يحافظ على الشكل الظاهري أيضًا. وتشير هذه النتائج المثيرة للدهشة إلى أن هذا الوجود الإقليمي فطري في الحيوانات السَّلَوِيّة، على الرغم من كونها خفية إلى حد ما. وفي هذه الحالة، يمكن أن يكون الوجود الإقليمي ـ وهو أكثر وضوحًا في بعض الأركوصورات (التماسيح والطيور)، وفي الثدييات ـ نتيجة للتطور المستقل في ترميز جين هوكس *Hox*، بدلًا من تمثيل حالة الأسلاف ذات الأشكال الشبيهة بالثعابين.

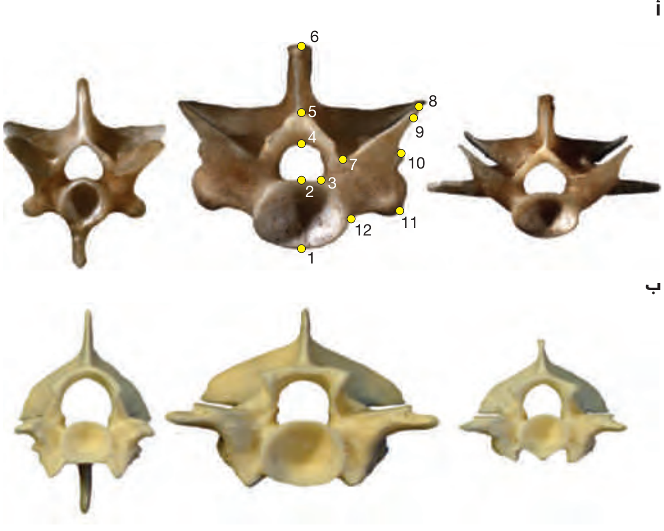
Evolution of the snake body form reveals homoplasy in amniote *Hox* gene function

J Head *et al*

doi:10.1038/nature14042

الشكل أسفله | اختلاف الشكل الظاهري في العمود الفقري قبل المذرق للسحالي والثعابين ذوات الأطراف.

أ، ب، *Pogona vitticeps* (أ) و *P.* (ب) *guttatus* فقرات ما قبل المذرقية في منظر أمامي، من اليسار: فقرات ما بعد الفهقي-المحوري الأول، ومنتصف أقصى-الجذع والخلفية قبل المذرقية. استخدمت المعالم المرقمة التي تظهر على فقرة منتصف جذع من *Pogona* لوصف الشكل الفقري.



علْم البيئة

فقدان التنوع الحيوي مرتبط بالتراجع البيئي

تَرسِم الدراسات العالمية للتنوع الحيوي صورة متسقة للتراجع البيئي المرتبط بالنشاط البشري. وتبين في الوقت نفسه دراسات عديدة على مستوى محلي أن فقدان التنوع الحيوي يؤثر على وظائف وخدمات النظام البيئي. جَمَع تيم نيوبولد وآخرون مجموعة بيانات عالمية لاتجاهات التنوع الحيوي المحلي ـ بما في ذلك 1% من الإجمالي العالمي لأنواع محددة ـ كمقياس لكيفية استجابة التنوع الحيوي الأرضي المحلي لضغط الأنشطة البشرية. يقدِّر الباحثون أن التغيرات الحادثة بواسطة البشر قد اختزلت فعليًّا متوسط الغنى النوعي المحلي بمقدار 13.6%، والوفرة الكلية بمقدار 10.7% خلال القرون القليلة الماضية. وفي ظل سيناريوهات استخدام الأراضي على الوتيرة الاعتيادية، من المتوقع خسارة كبيرة أخرى في هذا القرن، لكنْ هناك مجال لجهود تخفيف قوية؛ لإزالة التأثيرات.

Global effects of land use on local terrestrial biodiversity

T Newbold *et al*

doi:10.1038/nature14324

فيزياء

مستشعِرات نانوية قابلة للقراءة

تم عمل تمثيل لمستشعرات الرنين النووي المغناطيسي النانوية القابلة للقراءة، حيث يتكون كل زوج من أقراص مغناطيسية، تحصر هلامًا مائيًّا قابلًا للتزايد. وتؤدي المسابير الفلورية والبلازمونية ـ التي حققت نجاحًا في علوم الحياة ـ وظيفتها بطريقة رديئة بالمواقع التي لا يخترقها الضوء، وعلى سبيل المثال.. عبر عديد من الأنسجة. طوَّر جاري زابو وآخرون مسابير بديلة متوافقة حيويًّا، يمكنها العمل كنظائر ترددات راديوية للمستشعرات الفلورية البصرية والبلازمونية. تلك المستشعرات هي تركيبات نانوية مغناطيسية، قابلة للكشف حتى المستويات المُولية بنطاق الفيمتو، التي تغير شكلها بسرعة؛ استجابةً لمحفزات معينة، كتغيُّر درجة الأس الهيدروجيني في بيئتها المحلية. تترجَم التغيرات الشكلية إلى حيود رنين نووي مغناطيسي طيفي بحساسية محتملة تصل إلى مليون ضعف، أكبر من تحليلات طيفيّة الرنين المغناطيسي التقليدية.

Shape-changing magnetic assemblies as high-sensitivity NMR-readable nanoprobes

G Zabow *et al*

doi:10.1038/nature14294

كيمياء

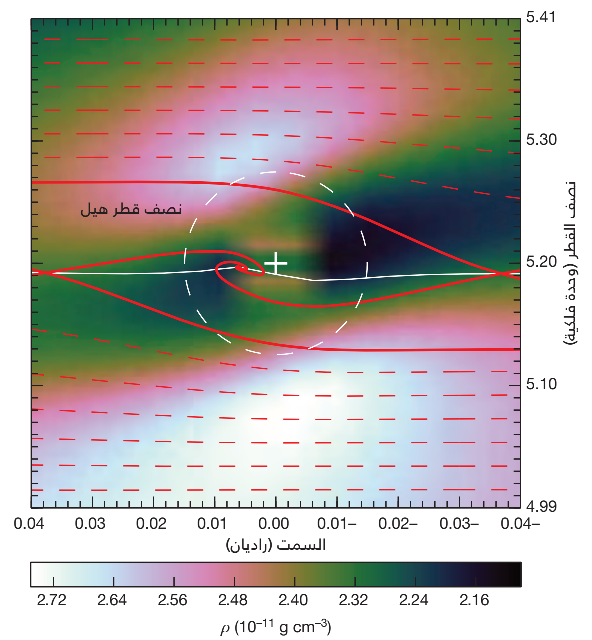
ديناميّات مركَّب معدني في محلول

تحفِّز المركبات المعدنية الانتقالية تفاعلات عديدة ذات أهمية أساسية وعملية، حيث يقترن أداؤها بتغيرات الكثافة الشحنية والمغزلية بموقع المعدن، التي تسبِّبها الاستثارة الإلكترونية، وفقدان الرابط من مركز المعدن، أو مزيج من كليهما. يبيِّن فيليب ويرنيت وآخرون أن طيفية أشعة الفيمتو ثانية السينية والنظرية الكيميائية الكمية يمكنهما أن يحققا نظرة ثاقبة غير مسبوقة على المستوى الجزيئي لديناميّات المركب المعدني الانتقالي القياسي $Fe(CO)_5$، للكشف عن أن التفكك الضوئي المستحث يخلق أنواعًا مفردة مستثارة، لم يتم رصدها من قبل، ولا التفاعلات اللاحقة عليها. وقد تَمّ التمكن من تلك النظرات الثاقبة من خلال قدرة طيفية أشعة الفيمتو ثانية السينية على الاستشعار، ذات الخصوصية الذَّرِّيَّة، والتفاعلات المدارية الحدودية التي تقع قبل التحول الكيميائي. تكمل الطريقة ـ التي يُتوقَّع أن تكون قابلة للتطبيق ـ على نطاق واسع النهج، يسبر التغيرات البنيوية المصاحِبة للتفاعلات الكيميائية فائقة السرعة.

Orbital-specific mapping of the ligand exchange dynamics of $Fe(CO)_5$ in solution

P Wernet *et al*

doi:10.1038/nature14296



فَلَك

كيفية مقاومة الكواكب الانزياح إلى الداخل

تتنبأ نظرية التكوين الكوكبي بأن الكواكب الجنينية الأصغر من كتلة الأرض بحوالي خمسة مرات ستنزاح بسرعة نحو النجم المضيف، وفي تلك الحالة ستصبح تلك الأجنة كواكب عملاقة تدور على مسافة الأرض نفسها ـ أو أبعد ـ في أحوال نادرة فقط. تبيِّن الترصدات أن مثل تلك الكواكب العملاقة موجودة عند مثل تلك المسافات بالأنظمة الشمسية الخارجية، كما هو حادث بمنظومتنا. يَصِف بينيتيس لامبي الآليّة التي يمكن أن توفر قناة لتكوين كواكب عملاقة. وقد اكتشفوا أن انعدام التماثل في ارتفاع درجة الحرارة المصاحبة للمادة الساقطة المتنامية ينتج قوة ـ "عزم دوران احتراري" ـ تتعارض مع الانزياح إلى الداخل.

Planet heating prevents inward migration of planetary cores

P Benítez-Llambay *et al*

doi:10.1038/nature14277

الشكل أعلاه | كثافة محيط الجنين المشع. تبين تلك الشريحة الاستوائية للكثافة الكتلية حلقتين منخفضتي الكثافة لكل شريحة من الكوكب (موسومة بعلامة +). يؤدي الكوكب الأكثر وضوحًا (على اليسار) عزم دوران موجبًا. وتلك الحلقات غائبة عن الجنين غير المشع. تبين الدائرة المتقطعة نصف قطر هيل الكوكبي. وتبين خطوط التدفق الحمراء الحدود الخارجية للنطاق المداري المشترك (الغليظة) ومسارات المادة بعيدًا عن الكوكب (المتقطعة). يبين المنحنى الأبيض شبه الأفقي الدوران المشترك، وهو المكان الذي تكون فيه المادة في حالة سكون بالإطار الكوكبي.

تكنولوجيا نانويّة

ليزر نانوي مرتفع الكفاءة

تم استكشاف البلورات شبه الموصلة ذَرِّيَّة السُّمْك بطريقة فعالة لتقنيات الاتصال الإلكتروبصرية والرقائق بصرية. يبرهن زياودونج زو وزملاؤه على وجود ليزر مصغَّر مع ثاني سيلينيد التانجستين ثنائي الأبعاد، كوسط فعّال موضوع على غشاء بلوري فوتوني، يعمل كفجوة ليزر. ينبعث من الليزر النانوي ضوء مرئي، مع قيمة حدية للمضخة فائقة الانخفاض، تبلغ 27 نانو وات، حتى 130 كيلو. ويمكن أن يُعزَى هذا الأداء المرتفع إلى تركيب الطبقة الأحادية التي تحصر الاستثارات البصرية بالقرب من البلورة الفوتونية. يفسح التكوين المجال لتطبيقات فوتونية قابلة للتطوير، وقائمة على الرقائق الإلكترونية.

Monolayer semiconductor nanocavity lasers with ultralow thresholds

S Wu *et al*

doi:10.1038/nature14290

عِلْم الأورام

آليّة جديدة لكَبْح الأورام

عادةً ما يُعتقَد أن النشاط الكابح للورم لعامل النسخ p53 يعكس قدرته على استحثاث توقُّف دورة الخلية، أو موت الخلايا المبرمج، أو الشيخوخة في الاستجابة للإجهاد الخلوي، ولكن هناك أدلة ناشئة عن أنشطة أخرى لعامل النسخ p53. يُظْهِر وي جو وزملاؤه أن الهدف من الأَيض لعامل النسخ p53 يمكن أن يسهم أيضًا في نشاطه الكابح للورم. وعلى وجه الخصوص، وجدوا أن عامل النسخ p53 يكبح التعبير عن جين *SLC7A11*، وهو مكوِّن أساسي لآلية نقل الأحماض الأمينية السيستين/الجلوتامات. وهذا يؤدي إلى تثبيط امتصاص السيستين، ويعزز الموت المبرمج الحديدي للخلايا (ferroptosis)، وهو شكل من موت الخلايا المبرمج، يعتمد على الحديد. ويبدو أن هذه الوظيفة غير المعروفة سابقًا لعامل النسخ p53 قد تكون مهمة في كبح الورم، وخاصةً عندما تكون المسارات الأخرى معطلة.

Ferroptosis as a p53-mediated activity during tumour suppression

L Jiang *et al*

doi:10.1038/nature14344

علْم الأعصاب

آليّة دماغية جديدة لتنظيم الطاقة

يتم التحكم في الاستهلاك الغذائي وتخزين الطاقة بشكل متبادل، من خلال التأثيرات العكسية لببتيدات هرمون تحفيز الخلية الميلانيّة ألفا (α-MSH)، وبروتين (AgRP) على مستقبل ميلانوكورتين-4 (MC4R) الذي ينظم الخلايا العصبية المتحكمة في سلوك التغذية. تحدِّد هذه الدراسة آليّة لم تكن معروفة سابقًا، ينظِّم من خلالها كل من α-MSH، وAgRP نشاط إطلاق خلايا عصبية من نواة مجاور البطين (PVN) لمنطقة ما تحت المهاد. ويتضح أن هرمون α-MSH يقرن مستقبل MCR4 بقنوات البوتاسيوم Kir7.1، مما يتسبب في إغلاق الأخيرة، وتعزيز الإطلاق العصبي لنواة مجاور البطين. ولبروتين AgRP تأثيرات عكسية، حيث يتسبب في فتح قنوات Kir7.1، ويثبط الإطلاق العصبي لنواة المجاور للبطين. قد تفسِّر هذه الآليات ـ المستقلة عن تلك التي سبق تحديدها ـ عدة خصائص غير عادية محددة؛ للسيطرة على تأشير ميلانوكورتين على توازن الطاقة، وتحديث نموذجنا التشريحي العصبي.

G-protein-independent coupling of MC4R to Kir7.1 in hypothalamic neurons

M Ghamari-Langroudi *et al*

doi:10.1038/nature14051

وراثة

تقييد فواصل الجديلة المزدوجة الميُوزيّة

الانقسام الميُوزي هو عملية انقسام الخلية، المكوَّن من خطوتين، حيث يتم اختزال محتوى الحمض النووي ثنائي الصيغة الصبغية في الخلايا الجسمية للمحتوى أحادي الصيغة الصبغية في الأمشاج (البويضة أو الحيوانات المنوية). يحتوي المشيج على مزيج فريد من تتابعات جينات الوالدين، بفضل عملية تُعرَف باسم إعادة الاتحاد الميوزي. تبدأ عملية إعادة الاتحاد الميوزي بإدخال بضع مئات من فواصل تقييد الحمض النووي مزدوج الجديلة (DSBs) بواسطة البروتين Spo11. وقد ميَّز ماثيو نيل وزملاؤه آليّة التداخل التي تضمن أن هذه الفواصل وأحداث إعادة الاتحاد المرتبطة بها تُوَزَّع بالتساوي عبر الكروموسومات، وأظهروا أنّ في الخميرة يعوق وجود فاصل الحمض النووي مزدوج الجديلة DSB تخليق جديلة ثانية قريبة في عملية تتطلب كينيز الاستجابة لتلف الحمض النووي $Tel1^{ATM}$. وبالإضافة إلى ذلك.. تم العثور على إعادة ترتيب جينومية في مجموعات في غياب Tel1، مما يشير إلى امتلاك الكينيز لاثنين من التأثيرات السلبية التنظيمية على تشكيل فاصل الحمض النووي مزدوج الجديلة.

$Tel1^{ATM}$-mediated interference suppresses clustered meiotic double-strand-break formation

V Garcia *et al*

doi:10.1038/nature13993

ميكانيكا كَمِّيَّة

تجربة هونج-أُو-ماندل

يوضح تأثير هونج-أُو-ماندل، الذي ليس له نظير كلاسيكي، سمات أساسية لنظرية الميكانيكا الكمية، حيث يدخل فوتونان غير قابلين للتمييز إلى شاطر إشعاعي 50:50؛ مما يؤدي إلى تراجع معدل المصادفة بالكواشف، حيث تمثل الأساس في عديد من التجارب الأخرى بالمعلومات الكمية والبصريات الكمية. يتحقق مارك شيناو وزملاؤه من تجارب هونج-أُو-ماندل بالهيليوم رباعي الذرات، عوضًا عن الفوتونات، بناءً على التطورات السابقة بإنتاج الزوج الذري. ولأن الذَّرّات ـ على عكس الفوتونات ـ جسيمات ضخمة، فإن تلك التجربة تفتح إمكانات لإجراء تجارب فيزياء كمية أساسية، كاختبارات بيل بمتغيرات ظاهرة من الجسيمات الضخمة. وعلى المدى الطويل، قد يسهم ذلك في البحث في تأثير الكتلة والجاذبية بالميكانيكا الكمية، خاصة فيما يتعلق بالانتقال من الكَمِّيَّة إلى الكلاسيكية.

Atomic Hong–Ou–Mandel experiment

R Lopes *et al*

doi:10.1038/nature14331

علْم الأمراض

بِنْيَة مستضدّات حُمَّى الضَّنْك

يقترح التحديد الأخير لفئة رئيسة من الأجسام المضادة البشرية المحيدة، التي تعادل جميع أنماط الفيروس المصلية الأربعة، إمكانية تصميم لقاح؛ لتوفير الحماية ضد أشكال حادة من المرض. فقد أورد ألكساندر روفينسكي وزملاؤه البِنَى البلورية بالأشعة السينية لأربعة من هذه الأجسام المضادة في مركّب مع شكل مثنوي قابل للذوبان من بروتين E لغلاف فيروس حمى الضنك. تتعرف الأجسام المضادة على حاتمة رباعية، وتُظهِر نشاطًا متعادلًا قويًّا ضد جميع الأنواع الفرعية الأربعة من الفيروس.

Recognition determinants of broadly neutralizing human antibodies against dengue viruses

A Rouvinski *et al*

doi:10.1038/nature14130

مرض التوحُّد مرتبط بفقدان δ-كاتينين

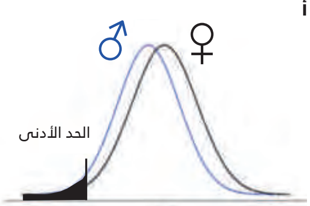
يصاب الذكور بمرض التوحُّد أكثر من الإناث. وبالتالي، ووفقًا لفرضية وراثة متعددة العوامل، ينبغي أن تتأثر الإناث فقط عند عبورهن عتبة بيولوجية أعلى. افترض تيكيل تيرنر وزملاؤه أن المغايرات الضارة في البقايا المحفوظة ـ التي يجري إثراؤها بالتالي في الأعضاء المتضررة بشدة في عائلات النساء المصابات بالمرض بشكل حاد ـ تيسِّر الكشف عن جينات التوحد الرئيسة في عدد متوسط من الحالات. وباستخدام هذا النهج، حدَّد الباحثون مغايرات تابع الجرعة في جين *CTNND2* المرمز لكاتينين-δ. وتشير التحليلات الوظيفية في سمكة الزرد والخلايا العصبية الحصينية المنزرعة من أجنة فئران النوع البري وأجنة الفئران الخالية من جين *Ctnnd2* ـ جنبًا إلى جنب مع التعبير الجيني وتحليلات الشبكة ـ إلى دور حاسم لجين *CTNND2* في تنمية الخلايا العصبية، واتصال وثيق لبيولوجيا الكروماتين.

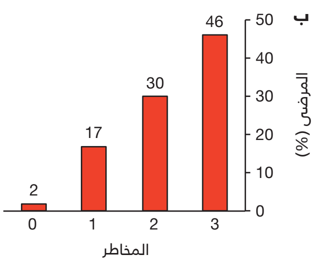
Loss of δ-catenin function in severe autism

T Turner *et al*

doi:10.1038/nature14186

الشكل أسفله | الميزات الوراثية لنموذج متعدد العوامل معتمد على الجنس. أ، توزيعات افتراضية لمرض التوحد متعلقة بالجنس تحت نموذج متعدد العوامل للتوارث مع حد أدنى بيولوجي ثابت. **ب،** النسبة المئوية للمرضى الذين يعانون من مرض هيرشسبرونج مع طفرات ترميز الضرر داخل فئات مخاطر مختلفة تتميز بنوع الجنس، وطول الجزء والألفة. فئة المخاطر مرقمة 3، 2، 1، 0 مضافة على أساس عدد من العوامل مع ارتفاع المخاطر (أنثى، وجزء طويل، والتعدد)؛ وتضم 13، 46، 60 و55 مريضًا، على التوالي (اختبار الاتجاه النسبي) $P= 3.1 \times 10^{-6}$.





أحياء جزيئية

نُسَخ الحمض النووي الريبي المجهري

تُعرف جزيئات الحمض النووي الريبي المجهري (miRNAs) في المقام الأول من خلال تثبيط التعبير عن جيناتها المستهدَفة على مستوى الحمض النووي الريبي المرسال. وتنشأ هذه الجزيئات من تجهيز نُسَخ أساسية أكبر، وهي جزيئات الحمض النووي الريبي المجهري الأوّلية (pri-miRNAs). يقدِّم جون فيليب كومبيه وزملاؤه بيانات تشير إلى أن جزيئات الحمض النووي الريبي المجهري الأولية - في النباتات على الأقّل - ليست مجرد مصدر لجزيئات الحمض النووي الريبي المجهري، لكن يمكنها أيضًا ترميز الببتيدات التنظيمية (miPEPs). كما يبدو أن الببتيدات التنظيمية الناشئة عن جزيئات الحمض النووي الريبي المجهري الأولية تعزِّز التراكم، ومن ثم التأثير على جزيئات الحمض النووي الريبي المجهري الناضجة المرتبطة بها. يبين الباحثون دور اثنين من هذه الببتيدات (miPEP165a وmiPEP171b) في تنمية جذور النبات، وحددوا خمسة ببتيدات تنظيمية إضافية، مما يشير إلى عمومية هذه الظاهرة. قد تكون لهذه الملاحظات تطبيقات زراعية، مثل أن هذين الببتيدين التنظيميين الاصطناعيين miPEP171b، و miPEP165a اللذين أُدخلا في النبات، سارا في المسار الجزيئي نفسه، ولهما تأثيرات مماثلة على التنمية الجذرية، مثل نظائرهما الطبيعية.

Primary transcripts of microRNAs encode regulatory peptides

D Lauressergues *et al*

doi:10.1038/nature14346

صندوق الأدوات

قَيِّـم هذه الدوريـة

هناك مواقع موجَّهة لخدمة المستهلك، تسمح للباحثين بالمقارنة بين مزايا الدوريات العلمية المختلفة، ومراجعة تجارب الآخرين في النشر بها.



ILLUSTRATION BY THE PROJECT TWINS

جيفري إم. بيركيل

ماذا لو كانت الدوريات العلمية مثل الفنادق، والمطاعم، ومشغِّلي الرحلات السياحية.. تَسْهُل المقارنة بينها على الإنترنت، ومراجعتها من قِبَل مستخدميها؟ طرأت هذه الفكرة قبل عامين لعالِم الأحياء نيل هاداوي، على إثر شعوره بالإحباط، نتيجة تجربة سيئة لنشر أحد أعماله مع دورية، يفضّل عدم ذِكر اسمها، فقرَّر إطلاق .Journalysis org، وهو موقع لاستعراض الدوريات، يشبه موقع TripAdvisor. يقول: "أردتُ أساسًا مكافأة الدوريات التي كانت تقوم بعمل جيد، وفي حدود معقولة، وفَضْح تلك التي لا تؤدي عملها جيدًا، وذِكْر اسمها".

لم يكن هاداوي ـ الذي يعمل حاليًّا مدير مشروع في "مجلس ميسترا للإدارة البيئية المبنية على الأدلة" في ستوكهولم ـ وحده في هذا التفكير. فموقعه واحد من عدد محدود من مواقع المقارنة التي انتشرت في السنوات القليلة الماضية. يقول أولئك الذين يطوِّرون هذه الأدوات أنه

NATURE.COM
لمعرفة المزيد عن البرمجيات العلمية والتطبيقات وأدوات الإنترنت، يرجى زيارة:
nature.com/toolbox

بالرغم من أن ممارسة تقييم الدوريات على الإنترنت تتقدم ببطء، فإن المواقع تساعد المؤلفين ليصبحوا مستهلكين مميَّزين لخدمات النشر، واختيار الدوريات التي تناسبهم، وتجنب المشغِّلين المشكوك فيهم.

تسمح أدوات مقارنة الدوريات للمؤلفين بالبحث خلال الدوريات، بناءً على عدة معايير للأداء، ابتداءً من السمعة إلى سرعة النشر. والعديد من هذه الأدوات متاح للاستخدام مجانًا، وقد أنشأتها شركات استشارية، تجني أرباحًا من خدمات ذات صلة تقدِّمها للباحثين، مثل تحرير اللغة الإنجليزية، وتقديم المشورة بشأن النشر. ومن بين تلك ◄

الدورية المناسبة لي

كيف تختار الدورية التي تلائم بحثك

في وجود عشرات الآلاف من الدوريات للاختيار من بينها، قد تواجه بعض الباحثين مشكلة في تحديد الدورية الأفضل لنشر مقالاتهم... ربما لأن أبحاثهم متعددة التخصصات، وتقع خارج المسارات التقليدية. وتوجد بعض الأدوات، لمساعدة الباحثين على تحديد دوريات مناسبة، بناءً على عنوان المقال، أو المستخلَص. ولعل أقدم مثال على ذلك هو أداة JANE (مقدّر اسم الدورية / المؤلف)، التي بُنيت على قاعدة بيانات تضم الملايين من سجلات Medline. وعند إعطائها عنوان مقال أو مستخلص؛ تقترح "JANE" دوريات ومؤلفين ومقالات ذات صلة.

أنشئت "JANE" في عام 2007، وهي تتلقى الآن حوالي 20,000 استفسار شهريًّا، حسب قول مارتين شيومي، الذي صمم الأداة، ويشغل الآن منصب مدير مساعد في شركة "جونسون آند جونسون" في هونج كونج. يقول شيومي إنه يستخدم "JANE" بنفسه، وخصوصًا لتحديد الدوريات التي تتطابق بشكل وثيق مع بحثه، كما يستخدمها محررو الدوريات، حسب ملاحظة ألف إيتون مطوّر الويب لأداة *PeerJ*؛ لتحديد المراجعين النظراء المحتملين للمقالات. ومن بين المواقع الأخرى التي تقترح دوريات مناسبة على أساس عنوان المقال.. "Journal Selector" من مجموعة "إيدانز" في فوكوكا، اليابان، وموقع "JournalGuide" من شركة "ريسيرش سكوير" في درهام بولاية كارولينا الشمالية.

وقد يجد المستخدمون عديمو الخبرة صعوبةً في اكتشاف الجهات الطامعة، أو المزيفة المتخفية، التي لا توفر مراجعة نظراء مشروعة، والقليل - إنْ وُجِد - من التحرير للمقال، في مقابل الرسوم التي تتقاضاها (انظر: *Nature* **495**، 433-435؛ 2013). والنشر في مثل هذه الدوريات لا يمثل فقط مضيعة لأموال المؤلفين، لكنه يمكن أن يلحق الضرر بالمسيرة المهنية للباحث، وفقًا لرأي جيفري بيل، أمين المكتبة للاتصالات العلمية في مكتبة أوراريا بجامعة كولورادو، دنفر. وقد جمع بيل على موقعه على الإنترنت (//:http scholarlyoa.com) قوائم سوداء من الدوريات والناشرين الذين يَعتبِرهم طامعين. وهناك مواقع أخرى - مثل دليل دوريات الوصول المفتوح (//:http /doaj.org) - جمّعت "قوائم بيضاء" من الناشرين الجديرين بالثقة (انظر: *Nature* **512**، 17؛ 2014). كما أن موقع JournalGuide لديه قوائم بيضاء مدمجة، تسلط الضوء على الدوريات حسنة السمعة (أو التي تم "التحقق" منها). **جي إم بي.**

◄ المواقع: موقع Journal Selector، الذي أنشأته شركة "كوفاكتور" اللندنية، ويتضمن عدة مئات من الدوريات؛ وموقع JournalGuide من شركة "ريسيرش سكوير" في درهام بولاية كارولينا الشمالية، ويغطي أكثر من 46,000 دورية؛ وموقع Edanz Journal Selector من تصميم "مجموعة إدانز" في فوكوكا، اليابان، ويضم حوالي 28,000 عنوان.

قد تبدو مواقع المقارنة هذه غير ضرورية.. فالعاملون في حقل البحوث غالبًا ما يحددون أفضل الأماكن لنشر عملهم، من خلال معرفة أين نُشرت الدراسات التي يُعجبون بها، أو بسؤال زملائهم.. للحصول على المشورة، لكن كيث كولير - الرئيس التنفيذي للعمليات في شركة "ريسيرش سكوير" - يقول إن شركته ترى سوقًا لها في الباحثين الذين قد لا يكونون على دراية بالدوريات باللغة الإنجليزية، وخاصة أولئك الذين يقيمون خارج الولايات المتحدة وأوروبا الغربية.

والباحثون الغربيون قد يجدون صعوبة كذلك في مواكبة النمو السريع في حجم المؤلفات العلمية ومتابعة الدوريات التي تنتشر بسرعة. وأدوات المقارنة على الإنترنت يمكن أن تساعدهم على اختيار أفضل دورية لنشر عمل متعدد التخصصات، أو إبعادهم عن الناشرين المفترسين الذين يستولون على أموال الباحثين، دون أن يقدموا لهم مردودًا يُذكر (انظر: "الدورية المناسبة لي").

توفِّر غالبية المواقع مؤشرًا على مكانة الدورية، مثل درجةٍ تدل على متوسط عدد الاستشهادات التي يجمِّعها مقال يُنشر في تلك الدورية، لكن هناك ما هو أكثر من هذا المؤشر عندما يتعلق الأمر باختيار دورية، حسب قول جيمس ماكلورين، أستاذ الفلسفة بجامعة أوتاجو في دنيدن، نيوزيلندا. وقد قام بتطوير تطبيق للهاتف المحمول، أسماه HelpMePublish (وهو متوفر لنظام التشغيل iOS من شركة "أبل"، وجارٍ تطوير إصدار منه لنظام التشغيل Android)، ويفهرس أكثر من 6,000 دورية.

نفسية المستهلك

بعض الباحثين يريد فقط دوريات الوصول المفتوح؛ وهناك آخرون يهتمون أكثر بمعدل قبول الأوراق البحثية للنشر في الدورية، ورسوم النشر، والوقت الذي يستغرقه النشر. وبالنسبة إلى ماكلورين، فمن التفاصيل الدقيقة.. ما إذا كانت الدورية تعتمد نظام مراجعة مزدوج التعمية من قِبَل النظراء للمقالات المقدَّمة للنشر، أم لا، حيث يتم حجب هوية المؤلفين والمراجعين من النظراء عن بعضهم البعض؛ لمنع التحيُّز.

في كثير من الأحيان، تقوم المواقع ببساطة بتجميع البيانات من صفحات الويب الخاصة بالدوريات المختلفة، لكن المعلومات ذات الصلة ليست متوفرة دائمًا. وقد قام ماكلورين باختيار 300 دورية عشوائيًّا من قاعدة بياناته، فوجد أن ما يقرب من نصف مواقعها على شبكة الإنترنت لا يُشير إلى السياسات التي تتبعها الدورية بشأن المراجعة من قِبَل النظراء، بينما ذكر موقع واحد فقط معدل قبول الدورية للأوراق البحثية التي تتلقاها. وللحصول على معلومات لقاعدة البيانات، يقول ماكلورين إنه يستعرض محرِّري الدوريات، مما يتيح له الوصول إلى تفاصيل ليست متوفرة على الإنترنت.

يسمح تطبيق ماكلورين للناس بالبحث مجانًا، لكنه يتقاضى رسومًا مقابل الحصول على بعض البيانات، مثل معدَّل القبول في الدورية، حيث يبلغ اشتراك الفرد 4.99 دولار أمريكي في السنة، بينما يبلغ اشتراك المؤسسة 1,250 دولارًا أمريكيًّا. يقول ماكلورين إن التطبيق تم تنزيله من قِبَل آلاف الأشخاص في 28 بلدًا. ويُظهِر موقع JournalGuide نجاحًا مماثلًا، حيث يستضيف حاليًّا 13,500 مستخدِم شهريًّا، وفقًا لمديرة إدارة المنتجات، لورا ستيمل.

يعكس ظهور مثل هذه الأدوات تحولًا في ديناميكية العلاقة بين الناشر والباحث، حسب قول بيتر بينفيلد، الناشر والمؤسس المشارك لدورية الوصول المفتوح "*PeerJ*"، الذي يقول: "طالما أن منصة النشر ذات جودة معقولة، يبدأ الباحثون في إدراك أن مضمون المادة يهم أكثر من التقدير المرتبط بسمعة الدورية. فليس المهم أين تنشر، لكن المهم ماذا تنشر". وعلى هذا النحو، يتحول المؤلفون إلى نظرة أكثر عمليةً، تشبه نظرة المستهلك إلى النشر. ويعتقد بينفيلد أنهم يبحثون عن أفضل الصفقات من حيث الرسوم، والوقت الذي يستغرقه النشر (رغم أن الكثيرين لا يزالون يَتُوقون أيضًا إلى المكانة العلمية).

وإذا كان هذا صحيحًا، فإن الباحثين الذين يتصرفون كمستهلكين يمكنهم الاستفادة من قراءة استعراضات وآراء الآخرين في الدوريات المختلفة، وكذلك تسجيل تقييماتهم لها "خدمة مراجعة وتصنيف للدوريات، على طراز خدمة Yelp للمطاعم"، كما يعبر عنها بينفيلد. يقيّد موقع HelpMePublish مستخدميه باستخدام تصنيفات عددية - على مقياس من 1 إلى 5 - لتقييم جوانب محددة، مثل ممارسة التحكيم، والاتصالات، لكن هناك مواقع تعزز التجربة بشكل أبعد من ذلك. فمَوْقِعَا Journalysis وSciRev - وكلاهما مجاني - يوفران مساحة للتعليقات بصيغة حرة. وتم إنشاء موقع SciRev من قِبَل الاقتصاديَّيْن: جيروين سميتس (من جامعة رادبود في نيميجن، هولندا)، وجانين هويسمان (من مركز قضايا التنمية الدولية في نيميجن). ويضم الموقع حواليْ 14,000 دورية في قاعدة البيانات الخاصة به، وقد حصد أكثر من 1,000 تعليق من المستخدمين خلال عام واحد من تشغيله.

ونظريًّا، قد يدفع عدد كبير من الاستعراضات المنتقدة الناشرين لتغيير إجراءاتهم، لكن العلماء كانوا مُتَراخِين في تَبَنِّي هذه الميزة. ولسبب غير مفهوم، تلقَّى بعض الناشرين عديدًا من الاستعراضات على SciRev، في حين تلقَّى آخرون عددًا قليلًا فقط. وعلى سبيل المثال.. تلقَّت الدورية المقدونية للعلوم الطبية ذات الوصول المفتوح 38 تعليقًا (كلها مصحوبة بتقييمات إيجابية)، بينما تلقَّت دورية *Science* ستة تعليقات، ودورية *Nature* تعليقين فقط، ولم تتضمن أي تقييمات.

في البداية، كان موقع JournalGuide يقبل استعراضات من المستخدمين، لكنه أوقف هذه الخدمة فيما بعد، نتيجة انخفاض الطلب عليها. أمّا الوضع في موقع Journalysis، فهو أفضل بعض الشيء، حيث يوجد عدد محدود من الباحثين يقدمون تقييمات. يقول هاداوي: "هذه هي النقطة التي نخفق فيها جميعًا بحق، كما أن المستخدمين لا يقدمون بيانات كافية". هذا.. رغم أن مواقع المراجعة تسمح للمستخدم بعدم الكشف عن هويته. وفي الأغلب الأعم، تتطلب هذه المواقع التسجيل فقط باستخدام عنوان بريد إلكتروني أكاديمي تم التحقق من صحته.

يقول كولير: "أعتقد أن هناك قَدْرًا من التردد في أن تقول شيئًا عن دورية قد تحتاج إلى العودة إليها، ومحاولة التقدم بشيء للنشر بها في وقت لاحق". وإذا كان هذا صحيحًا، فلن يكون من المستغرب أن ميزات الاستعراض لم تحقق بعد الكتلة الحرجة. ومع ذلك.. فإن ضَعْف المشاركة حتى الآن لم تغيِّر من اقتناع هاداوي بالحاجة إلى تلك الأدوات. يقول: "أعتقد أن هناك حاجة إلى مزيد من الشفافية". ■

جيفري إم بيركيل كاتب مقره في بوكاتيلو، إيداهو.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مهن علمية

منشآت مركزية توفِّر المختبرات المركزية بدائل للباحثين الشغوفين بأحدث التقنيات التكنولوجية. **ص. 81**

التأليف تعاوُن الباحث العلمي مع كاتب محترف يضفي على الموضوعات العلمية روحًا أدبية. **ص. 83**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **arabicedition.nature.com/jobs**



MAARTEN WOUTERS/GETTY

علم الكيمياء

مواد كيميائية صديقة للبيئة

يسعى أصحاب الصناعات لتوظيف الكيميائيين القادرين على تحويل منتجاتهم إلى منتجات صديقة للبيئة.

راشيل سيرنانسكي

عندما بدأ الكيميائي فرِد هولتسهاور وظيفته في شركة منظفات في عام 2008، كانت مهمته الأولى صناعة قرص تنظيف يُستعمل في غسالة الصحون، ولا يحتوي على أيّ مشتق لمادة البولي أكريليت، أو أي من المكونات شائعة الاستخدام بالمنظفات الأخرى، ويُعتقَد في أثرها الضار على صحة الانسان والبيئة.

لا شك أن هذا المنظِّف يجب أن يعمل بصورة جيدة في غسالة الصحون، وأن يستمر صالحًا للاستخدام لعدة أشهر على سندات العروض، دون أن يتحلل أو يفقد فعاليته، كما يجب أن يكون سعره مناسبًا.

في البداية، قام هولتسهاور بتجميع أفضل المواد الكيميائية لتصنيع المنظف، ثم حاول أن يجد بدائل للمكونات التي يريد تجنبها. كانت لديه أفكار من خبرته الممتدة إلى ثلاثين عامًا في تركيب المنظفات الصناعية، والدهانات، والطلاء، ولا سيما مواد «التمخلب» chelates سهلة التحلل، ومواد البناء، والبوليمرات. وتَوَاصَل مع كيميائيين آخرين؛ ليوسع دائرة أفكاره، كما جمع عينات واختبرها في غسالات صحون خاصة بالشركة. وأمضى عامًا ونصف العام يعمل بهذا المشروع في شركة «ميثود برودكتس» بسان فرانسيسكو في ولاية كاليفورنيا. وحاليًّا، يباع اختراعه على الإنترنت، وفي المتاجر الأمريكية.

ويمثل ما أنتجه هولتسهاور نموذجًا لمجال فرعي مزدهر بالتصنيع الكيميائي، يُطلق عليه «الكيمياء الخضراء»، أو «الكيمياء صديقة البيئة». ومثلما يكشف الاسم... يتناول هذا المجال التأثيرات الصحية والبيئية للمنتجات الكيميائية وتفاعلاتها.

بالرغم من غياب القيود على استخدام الكثير من المكونات الكيميائية، أصبح المستهلكون والشركات يتجنبونها على حد سواء. وقد حدث ذلك من خلال ارتفاع الوعي العلمي بآثار هذه المكونات على صحة البشر والبيئة، حيث صار المستهلكون يفحصون قائمة المكونات، وازدادت معرفتهم بما يتعرضون له عندما يأكلون، وينامون، وينظفون المنزل. ومن ثم، تحولوا إلى قوة ضاغطة على المصنِّعين ليقلِّلوا من استخدام المكونات التي ثبت ـ بشكل شبه قاطع ـ أنها تؤثر سلبيًّا على صحتهم، أو ليتخلصوا منها. وتتراوح الأضرار الصحية ما بين مواد يشك في أنها مسببة للسرطان، وأخرى تسبب خللًا هرمونيًّا، وتتداخل مع وظائف نظام الغدد الصماء في جسم الانسان، أو مواد يمكنها تدمير الثروة السمكية، إذا انتهى الحال بها في البحيرات والجداول المائية.

في العديد من الدول، يُطلب من المصنعين والشركات الأخرى ـ بموجب القانون ـ أن يحدُّوا من انبعاثات الكربون والملوثات الأخرى، أو يقضوا عليها. يقول كريس مودي ـ الباحث في علم الكيمياء في جامعة نوتنجهام بالمملكة المتحدة ـ إنه «في العصور السابقة، كان علماء الكيمياء الطبية لا يهتمون بطريقة صناعة الجزيء، بقدر اهتمامهم بصناعته فحسب. أمّا في هذه الأيام، فهم يضعون عنصر الاستدامة في اعتبارهم منذ البداية».

قاعدة عريضة

ينبغي على الباحثين الذين ما زالوا في مقتبل حياتهم المهنية، ويريدون التخصص في مجال الكيمياء صديقة البيئة (انظر: مجال ينطلق نحو القمة)، أن يهتموا بالتدريب في مجالات علم السموم، والاستدامة، وتقييم الأثر البيئي للمنتجات. وأكثر المجالات التي تطلب ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

متخصصين في الكيمياء صديقة البيئة هي المجالات الصناعية، لا سيما في قطاعات التكنولوجيا، وصناعة الدواء، والتكنولوجيا الحيوية، وصحة المستهلك. وهناك طلب عليهم أيضًا في شركات الترفيه ومكاتب الإمدادات. كما ينبغي على الباحثين أن ينموا مهاراتهم التسويقية، ويحسِّنوا فهمهم لسوق العمل والتصنيع، وأن يصبحوا مطَّلعين بشكل جيد على كافة القوانين واللوائح ذات الصلة. يقول مارك ماسون، مدير «كلية توليدو للكيمياء صديقة البيئة والهندسة» في أوهايو: «سيكون هناك بعض الوظائف التي تفضِّل وجود خلفية تجارية. والبعض الآخر سيحتاج إلى معرفة بتقييم الأثر البيئي وعلم السموم. لقد أصبح الطلب متزايدًا على الأشخاص ذوي المهارات المتعددة».

كشف «مجلس الكيمياء صديقة البيئة والتجارة» ـ الكائن في لويل بماساتشوستس، الذي يمثل حوالي 70 شركة تجارية من جميع أنحاء العالم، منها شركات مصنِّعة للبرمجيات، والملابس، والكيماويات، والأثاث ـ أن الشركات الأعضاء تتطلب أشخاصًا على دراية باللوائح، وبعلم الاستدامة، وعلم السموم.. «فلم يعد أكثر الكيميائيين قيمةً هو الذي يجلس في المعمل، وإنما الذي يعرف عن التطبيقات، وكيفية التفكير في معايير الأمان بمرحلة التصميم، ويستطيع التفكير في المتطلبات التنظيمية التي يحتاجها في تطوير المادة الكيميائية»، كما يقول جويل تيكنر، مدير المجلس، والباحث في مجال الصحة المجتمعية والاستدامة في جامعة ماساتشوستس في لويل.

قد يكون مجال الكيمياء صديقة البيئة مجالًا محدودًا حتى الآن، إلا أن الخبرات المطلوبة لم تعد مقصورة على الشركات المحلية الصغيرة. فعلى سبيل المثال.. شركة «جلاكسو سميث كلاين»، عملاق صناعة الأدوية، تعمل على جعل قوة العمل البحثية فيها أكثر صداقة للبيئة، حيث قام دوج فيورست ـ مدير قسم تكنولوجيا التطوير بالشركة ـ من خلال توظيفه لأشخاص جدد؛ لينضموا إلى فريق تطوير الإنزيمات اللازمة لإنتاج الأدوية، باختيار مَن لديهم خبرة في الأحياء الجزيئية، والكيمياء الحيوية، والكيمياء العضوية. كما انصب اهتمامه على اختيار الباحثين القادرين على دمج مبادئ الاستدامة في عملهم، كإعادة استخدام المذيبات المستخدَمة في العمليات الكيميائية مثلًا، أو تقليل كمية النفايات المنتَجة خلال التصنيع. وتمتع المتقدمون الذين يمكنهم الربط بين العمل المعملي والخدمات اللوجيستية للتصنيع الضخم بمكانة أعلى، لأن «هذا النوع من الخبرة لا يوجد في الجامعات، خاصة في جامعات الولايات المتحدة»، على حد قوله.

مع أن هناك شركات كثيرة تبحث عن متخصصين في الكيمياء صديقة البيئة، فإن هذه الفرص قد تكون أصعب في إيجادها من وظائف الأبحاث الأخرى في مجال الصناعة. وبعض أقسام التوظيف بالشركات ليست على دراية كافية بمصطلح الكيمياء صديقة البيئة، لاستخدامه في إعلاناتها، حتى وإنْ كانت تبحث عن موظفين لديهم هذا النوع من التدريب أو الخبرة. كما أنهم قد يرتكبون بعض الأخطاء، فعلى سبيل المثال.. أعلنت شركة ترفيه كبرى عن وظيفة تحتاج فيها إلى موظف لديه 25 عامًا من الخبرة في مجال الكيمياء صديقة البيئة، «على الرغم من أن المجال لم يوجد قبل 25 عامًا»، حسبما أفادت آنا إيفانوفا، كيميائية في «مجلس الكيمياء صديقة البيئة والتجارة».

أجندة سرية

يبحث بعض المديرين التنفيذيين عمّن لديهم خلفية في مجال الكيمياء صديقة البيئة، لكنهم لا يذكرون صراحةً ذلك في الوصف الوظيفي. ويتخذ فروجر مكفادين ـ نائب رئيس سلسلة مكاتب الإمدادات لشركة «ستابلز» ـ هذا النهج. فالشركة، التي تقع في فرامنجهام بولاية ماساتشوستس، لا تعلن عن طلب متخصصين في الكيمياء صديقة البيئة، ولكن مكفادين يفضِّل أن يكون المشرِّح للوظيفة على علم، مثلًا، بكيفية إيجاد طرق لتقليل التعبئة، أو نزع المواد الكيميائية السامة من التركيبات.



يقول جويل تيكنر إن تعلُّم المهارات التطبيقية للمنتَج لا يقل أهمية عن معرفة كيفية تصنيعه كيميائيًّا.

المثال الأخير يشكل صعوبة خاصة، لأن هذا الشخص، حسب قوله، «لا يختار فقط المقادير غير السامة»؛ فمن المهم أيضًا أن يكون عالِمًا بالكيفية التي تُنتَج بها هذه المقادير، وماذا يحدث بعد التخلص منها. وإزالة مواد كيميائية من منتجات في صورتها النهائية يُعَدّ عقبة أكثر إلحاحًا. ومن المواد التي تعنينا بالصورة الأكبر مادة BPA المستخدَمة في إنتاج البلاستيك، والفورمالدهيد المستخدَم في الأدوات المنزلية وأدوات البناء، حيث إنهما يمثلان نماذج لا تتوفر لها بدائل تتميز بالتكلفة البسيطة والفاعلية العالية ذاتها. كما لا تعمل البدائل الطبيعية بالكفاءة نفسها، وقد يسفر استبدال أحد المقادير عن خلل في تركيبة المنتَج. هذا.. وتُستخدم مواد كيميائية عديدة في مجموعة واسعة من المنتجات، لذا.. من الصعب إيجاد بدائل.. فالمادة الحافظة التي تحل محلّ الفورمالدهيد في كريم الوجه ـ على سبيل المثال ـ قد لا تُثبت فعالية في منتجات التنظيف. والحاجة إلى استبدال مادة كيميائية شائعة بأخرى قد تكون مكلفة جدًّا للشركة.

تقول تيمي إيرس ـ مديرة استراتيجيات المواد الكيميائية وتطبيقاتها في شركة أثاث «ستيل كيس» Steelcase في جراند رابيدز، متشيجان ـ إن الشركات تجد أحيانًا أن المواد البديلة أقل فاعلية، أو غير فعّالة، مقارنةً بالمكوِّن الأصلي. وتضيف قائلة إنه «عند تصميم المنتَج من مادة واحدة، يكون استبدالها بأخرى عمليةً ليست بسيطة، كما يرغب السوق في مزيد من المنتجات المستدامة، لكن وجود تَراجُع واحد بسبب فشل الأداء لا يساوي الاستدامة أيضًا».

في مواجهة هذه التحديات، تصيد الشركات الموظفين الذين يساعدونها في المضي قدمًا. ما زال مجال الكيمياء صديقة البيئة في بداياته، لكن الفرص لتطوير المهارات ذات الصلة تزداد، كما يشهد عدد المتخصصين في هذا المجال ازديادًا مستمرًّا. يقول كريس مودي: «إنها تدخل في صناعة الأدوية، والكيمياء الدقيقة، والأطعمة... وكل هذه الصناعات تسعى إلى استدامة منتجاتها وعملياتها التصنيعية». ■

ريتشيل سيرنانسكي كاتبة حرة تقيم في دينفر، كولورادو.

تدريب المتخصصين

مجال ينطلق نحو القمة

تُعَدّ المناهج المتخصصة في الكيمياء صديقة البيئة نادرة، لأن هذا المجال الفرعي متعدد التخصصات، لكنه على هذه الندرة موجود في الولايات المتحدة، حيث قامت جامعة ييل في نيو هيفن بكونيكتيكت، وجامعة توليدو في أوهايو، وجامعة ماساتشوستس في لويل، وجامعة كاليفورنيا في بيركلي، بإطلاق برامج للدراسات العليا في الكيمياء صديقة البيئة، مثلما فعلت مؤسسات أوروبية، مثل جامعة يورك في المملكة المتحدة، وجامعة كوبنهاجن، بالإضافة إلى بعض المعاهد التي تقدّم فصولًا دراسية بهذا المجال كجزء من برامج دراسة الكيمياء.

وقد بدأت بعض الشركات في التعاون مع الجامعات من أجل تطوير برامج للخريجين. فشركة «ميثود برودكتس» بسان فرانسيسكو في كاليفورنيا هي أحد هؤلاء المتعاونين، فهي تعمل مع الطلاب في مركز بيركلي للكيمياء صديقة البيئة بكاليفورنيا على إيجاد مواد حافظة ثابتة وغير سامة لمنتجات التنظيف الخاصة بها.

كما تعاونت بعض الشركات مع الجامعات لبناء معامل للكيمياء صديقة البيئة، كمعمل الكربون المتعادل بشركة «جلاكسو سميث كلاين» الخاص بالكيمياء المستديمة في جامعة نوتنجهام بالمملكة المتحدة. يحصل الطلاب في هذا البرنامج على درجة الدكتوراة أو الماجستير في الكيمياء المستديمة، ويحصلوا على خبرة في مجال الصناعة. يقول بيتر لايسنس إن «خريجي هذا البرنامج يحصلون على فرص عمل بسرعة كبيرة». ووجدوا من بين مجالات أخرى وظائف في مجال الأبحاث ومجال سياسات العلوم، فضلًا عن وظائف في شركات مثل «جونسون ماثي»، «يونيليفر»، و«بروكتر آند جامبل».

كما تشارك شركة «جلاكسو سميث كلاين» مؤسسة ساو باولو للأبحاث لبناء مركز أبحاث للكيمياء صديقة البيئة في البرازيل، ومن غير المعروف ما إذا كان البرنامج البحثي سوف يمنح درجة علمية أم لا. **آر سي.**



CENTRE FOR GENOMIC REGULATION

إحدى المنشآت المركزية في مركز التنظيم الجينومي بإسبانيا تقدم خدمات متعلقة بالبروتيوميات.

منشآت مركزية

الدعــم المشتـــرك

توفِّر المختبرات المركزية بدائل للباحثين الشغوفين بأحدث التقنيات التكنولوجية.

كان ستيفن جرين يريد دومًا أن يتخصص في علم الأحياء، ثم وقع في حب علم الأحياء المجهرية بعد تخرُّجه. وبينما كان يتقدم في مسيرته التعليمية بعد التخرج، وخلال أكثر من زمالة قام بعملها بعد الدكتوراة، توقَّع جرين أن جميع الأمور سوف تكون على ما يرام، لأنه استوفى كل متطلبات النجاح. سار جرين في المسار العلمي الذي اتبعه والداه ـ وكلاهما من المتخصصين في علم الأحياء ـ فحصل على الماجستير في الهندسة البيئية، ثم الدكتوراة في علم الأحياء المجهرية وحماية النبات، كما أتمّ اثنين من بحوث ما بعد الدكتوراة، وصدرت له قائمة طويلة من المطبوعات العلمية. توقَّف سعي ستيفن للحصول على وظيفة تنتهي بالتثبيت في عام 2010، وهو الأمر الذي أصبح لا يثير الدهشة في البيئة المهنية المحيطة للبحث العلمي، حيث لم يستطع جرين الحصول على وظيفة تنتهي بالتثبيت، بالرغم من سيرته الذاتية الممتازة. ويتذكر ستيفن قائلًا: «لقد أتممتُ بحثين من بحوث ما بعد الدكتوراة، كما درست علم بيئة الأحياء المجهرية لمدة فصل دراسي، ولكن بعد عدة مقابلات للحصول على وظيفة دائمة؛ لم يحالفني الحظ مطلقًا».

لذا.. تخلَّى جرين عن نضاله في معترك البحث الأكاديمي، وعثر على وسيلة مختلفة للاحتفاظ بنشاطه العلمي. وذات مرة، أثناء إجرائه لزمالة ما بعد الدكتوراة، حاول ستيفن أن يجد وسيلة ليحدد صفات مجتمعات الأحياء المجهرية، دون استخدام تقنيات التسلسل الحديثة، لأن التكاليف المالية والتشغيلية للتكنولوجيا كانت بعيدة عن متناول مختبره. ومن خلال تلك التجربة، اكتشف أنه يجد متعة في استخدام الأدوات، وأن لديه ملكة ومهارة في العمل بها. وحاليًّا، يعمل مديرًا لمختبَر خدمات الحمض النووي بجامعة إلينوي في شيكاغو.

يتمتع جرين بالقدرة على التفكير المنطقي المتدرج، ويجده أحد العناصر الرئيسة في مجال عمله في ذلك المكان. يقول: «أُحِبّ أن أنشغل بالمناهج والتكنولوجيا. لذا.. أجد أن العمل في منشأة مركزية مناسب لي تمامًا، حيث أرى نفسي بمثابة العامل المحفِّز لدفع حركة البحوث، دون أن يساورني القلق بشأن النتيجة النهائية»، التي تتضمن التنافس على نيل المِنَح ونشر الأبحاث، التي يخوض العلماء الأكاديميون غمارها مع كل طلعة شمس.

المختبرات الرئيسة، أو ما يُطلق عليها عادةً المنشآت الرئيسة، هي مختبرات تقوم على التكنولوجيا، وتمتلك معدات متقدمة، وتدعم استخدامها بواسطة باحثي المؤسسة المضيفة، وعادةً بواسطة عملاء من خارج تلك المؤسسة أيضًا. وهناك مختبَرات تقدِّم تدريبًا على التكنولوجيا، وغالبيتها أيضًا تقدم خدمات حاسوبية وإحصائية، يتم جميعها تحت سقف واحد. وبالنسبة إلى العلماء الذين لا يريدون ترك العمل المختبري، فإن الحصول على وظيفة في منشأة مركزية يتيح بديلًا أكثر استقرارًا عن فرص التثبيت الوظيفي أكاديميًّا، التي سرعان ما تتبخر وتتلاشى.

يحتاج الباحثون الذين يرغبون في أن يعملوا في وظيفة «مدير منشأة مركزية» إلى الحصول على دكتوراة ترتبط بتخصص المنشأة الرئيسة، مثل علم الأحياء الجزيئي، من أجل العمل في منشأة متخصصة في التسلسل، ومن الضروري أن يكونوا شغوفين بالتكنولوجيا التي يريدون العمل فيها، وذوي خبرة باستخداماتها. ويمكن لهؤلاء الباحثين اكتساب تلك الخبرة من خلال التدريب المتخصص، أو تطوير منهج أو تكنولوجيا جديدة، كجزء من أبحاثهم. وهناك طريق بديل لمن لا يحملون درجة الدكتوراة، حيث يمكنهم البدء في وظائف أخصائيين فنيين، ثم شق طريقهم إلى المناصب العليا من خلال الاجتهاد في العمل.

يُعَدّ المختبر المركزي الذي يديره جرين هو الأكبر والأكثر حداثةً من بين عشرين منشأة ومركزًا ومختبرًا، تشكِّل مركز الموارد البحثية للجامعة. هذا المختبَر مجهز بأحدث المعدات الخاصة بتسلسل الحمض النووي. ويضم فريق العمل سبعة من العلماء، يعملون بنظام الدوام الكامل، وطالبًا في مرحلة ما قبل الدكتوراة، وطالبًا آخر في مرحلة الدراسة الجامعية. ويجد جرين متعة في التحدي المتعلق بإدارة المختبر؛ حيث يتوجب عليه أن يحدد التقنيات والمعدات المطلوب شراؤها؛ وأن يتعلم كيفية تشغيلها وصيانتها؛ وأن يدير العمل بكل ما يتضمنه ذلك من أعمال التسويق والإعلان والتدريب. كما يتوجب عليه أن يظل دومًا مُلِمًّا بجميع الاحتياجات البحثية لعملائه. ويقول جرين معلقًا على ذلك: «كل مشروع يختلف عن الآخر، وكل مشكلة تختلف عن الأخرى. ربما تعتقد لوهلة أنك تعرف الكثير، لكنك سرعان ما تدرك أن هذا غير صحيح. وأنا شخصيًّا أجد ذلك محبِطًا، لكنه ـ في الوقت ذاته ـ ممتع ومثير».

النجاحات والإخفاقات

تزداد الحاجة إلى معدات المختبرات الأكثر تقدمًا وتعقيدًا، حتى مع تقلص المِنَح البحثية. ولذا.. أخذت المختبرات المركزية في الانتشار، وتفرَّعت عبر جميع التخصصات والنظم. فبعض المؤسسات البحثية، مثل جامعة إلينوي، تضم الكثير من تلك المنشآت في مجالات متعددة، مثل المنتجات المحوَّرة وراثيًّا، وتصوير الحيوانات بالأشعة، وغيرها. ويعمل مختبَر علم الأحياء الجزيئي الأوروبي في هايدلبرج بألمانيا في سبعة مجالات، من بينها الجينومات، والبروتيوميات، وقياس التدفق الخلوي.

تختلف الوظائف في المختبرات المركزية تمامًا عن تلك المتاحة بمعامل الأبحاث. فالمختبرات هي في الأساس مراكز خدمة لمجتمع البحث المحلي، ولذا.. تكمن قيمتها في قدرتها الكبيرة على إتاحة الفرصة للباحثين؛ لاستخدام المعدات غالية الثمن. ويعني وجود تلك المختبرات أن الباحثين الرئيسين لا يحتاجون إلى إنفاق مبالغ مالية ضخمة على شراء الأجهزة بأنفسهم، ثم تَعَلُّم كيفية استخدامها، وتدريب فرق العمل في المختبر على استخدامها، وتخصيص ميزانية لعمليات الإصلاح المكلفة، فضلًا عن عدم المخاطرة بأنْ تصبح تلك الأجهزة غير صالحة للاستخدام، إذا ما أصابها عطل. ويقول باتريك ديسكوم، رئيس مختبر علم الجينوم الوظيفي في «معهد نستله للعلوم الصحية» في لوزان بسويسرا: «إن ما تمثِّله تلك المختبرات حقًّا هو التطور الطبيعي للطريقة التي نعمل بها في مجال العلوم. وهذه المراكز المشتركة تمثل تطورًا منطقيًّا لاعتماد العلم المتزايد على التكنولوجيا، والاتجاه نحو مزيد من التعاون».

تقول مونيكا موراليس، رئيسة المنشآت المركزية والخدمات العلمية الداخلية في مركز التنظيم الجينومي في برشلونة بإسبانيا، إن المختبرات تساعد ـ من خلال إتاحة الفرصة بدرجة متساوية للجميع ـ على إضفاء صبغة ◄

◀ ديمقراطية على المجال العلمي، وتضيف قائلة: «لا ينبغي أن تكون باحثًا رئيسًا حاصلًا على تمويل جيد، لكي يتاح لك استخدام أحدث الأدوات والخبرات العصرية».

لا بد أن تركِّز المختبرات المركزية على تقديم الخدمة لمستخدميها الذين يدفعون مقابل استخدام المعدّات، أو يصلون من خلالها إلى النتائج التي يحتاجونها. وبهذه الطريقة، من المهم للعلماء الذين يرغبون في العمل في المختبرات المركزية أن يتذكروا أن المنشآت تعمل ـ بشكل كبير ـ بوصفها مشروعات تجارية، وأن مهارات خدمة العملاء وإدارة المشروعات من الأمور فائقة الأهمية في هذا الصدد. يقول يوري ألكسييف، مدير مورد المصفوفات المجهرية بجامعة بوسطن في ماساتشوستس: «إنه مشروع مقام في جامعة، ولا يهدف إلى الربح». وتتضمن عملية تشغيل المختبر الذي يعتمد على التكنولوجيا عديدًا من المهام، من بينها العمل في إطار ميزانية معينة، والتعامل مع العملاء المشاكسين، وتسويق الخدمات المتاحة. ويقول جيمس هادفيلد، رئيس مركز علم الجينوم في معهد بحوث السرطان في كمبريدج بالمملكة المتحدة، إنه يبحث عن طالبي الوظائف الذين هم على دراية بمفهوم الخدمة، ويضيف قائلًا: «إننا نبحث عن أشخاص يفهمون مدى أهمية التفاعل مع العملاء».

مِن بين الواجبات والمسؤوليات الأخرى التي يتضمنها مفهوم الخدمة، يجب على مديري المختبرات المركزية أن يتمتعوا بالذكاء والفطنة فيما يتعلق بالسوق، سواء من ناحية التكنولوجيا، أم من ناحية الباحثين الذين يستخدمونها. يقول هادفيلد: «يجب على الشخص الذي يعمل في مختبَر مركزي أن يكون قادرًا على أن ينظر إلى الأمام، وأن يستشرف ما هو آتٍ في المستقبل، وما ينبغي عليه الاستثمار فيه». ومن أجل إلقاء نظرة ثاقبة على كل ما هو جديد ومثير، تقول موراليس إنها تتحدث إلى العملاء والبائعين، وتدرس المطبوعات والموارد المتاحة على شبكة الإنترنت، والعروض التقديمية في المؤتمرات المتعلقة بتخصصها. ومن بين الأمور التي يَحْسُن القيام بها من جانب مديري المختبرات المركزية.. إقامة شبكات في قطاع البحوث والتطوير، وتشكيل فرق للتسويق في شركات التكنولوجيا الكبرى.

الحد الأدنى من الرقابة

ربما لا تتاح فرصة إجراء الكثير من البحوث المستقلة للباحثين (انظر: «كيف تحصل على حقوق التأليف؟»).



فَضَّل ستيفن جرين تقديم الخدمات البحثية على العمل الأكاديمي.

STEFAN GREEN

ومع ذلك.. يواجهون قدرًا من الضغوط المالية، أقل بكثير مما يتعرض له الباحثون الأكاديميون، لأن غالبية المختبرات تحظى بالدعم من الجامعات أو المؤسسات المضيفة لها. ورغم ذلك الدعم، فإن غالبيتها تعمل بشكل مستقل مع توفُّر الحد الأدنى من الرقابة أو الإدارة. وتختلف نماذج التمويل من مكان إلى آخر.. ففي بعض الحالات، تتكفل الجامعات فقط بتكاليف شراء المعدات، ويدفع العملاء مقابل استخدام التكنولوجيا، ووقت عمل العاملين؛ وفي حالات أخرى.. تقوم الجامعات بدعم الرسوم التي يتحمّلها المستخدمون أيضًا. وهناك جامعات لا تقدِّم أي نوع من الدعم مطلقًا، حيث يتم اعتبار إدارة المختبر المركزي إدارة مستقلة تمامًا.

مع ذلك.. لا تُعَدّ المختبرات المركزية محصَّنة ضد الظروف الصعبة التي يتعرض لها قطاع تمويل البحوث. ففي دراسة استقصائية أُجريت في عام 2013، وشملت عددًا من مديري المختبرات المركزية الذين ينتمون إلى 135 مؤسسة على مستوى العالم، لُوحظ أنه على الرغم من أن أكثر من نصف هؤلاء المديرين قد شهدوا قاعدة عملائهم تنمو وتزداد على مدار العام الماضي، فإن الزيادة كانت تقل عن السنة السابقة بنسبة 13%. وانخفاض تمويل البحوث يعني تقلص الدعم المالي للمختبرات المركزية، وفقًا لما تقوله أليسيا كرافنز، مديرة التسويق بشركة «آي لاب سوليوشنز» ـ أحد مزوِّدي برمجيات إدارة المنشآت المركزية في كمبريدج بولاية ماساشوستس، التي أجرت الدراسة الاستقصائية. وتضيف كرافنز قائلةً إن كثيرين في الوقت الحالي يسعون إلى تحقيق الاستقلالية، وتَبَنِّي نموذج أكثر كفاءة، وأكثر استنادًا إلى نموذج العمل التجاري، وإلى تعلم كيفية تسويق الخدمات، وجذب العملاء.

مع ذلك.. لا تزال المختبرات المركزية غير مرتبطة ارتباطًا لصيقًا بتقلبات قطاع التمويل البحثي بدرجة ارتباط المختبرات الأكاديمية ذاتها. وتستطيع المختبرات المركزية دعم نفسها، لأن الطلب على منتجاتها وخدماتها مرتفع، وسوف يستمر في الزيادة، حسبما يتنبأ بذلك فلاديمير بينيس، الذي يرأس قسم علم الجينوم في مختبر علم الأحياء الجزيئي الأوروبي، حيث يقول: «لا يزال الطلب على منتجات تلك المختبرات قائمًا».

يَذكر دان نوكس ـ المؤسس المشارك لشركة «ساينس إكستشينج»، ومدير التشغيل بها، حيث تُعَدّ هذه الشركة بمثابة جهة للربط ما بين المختبرات المركزية والعلماء (وهي أشبه بمنصّات تسوق كمِنَصّة «إتسي» Etsy) ـ أنه من بين الأدلة والشهادات على ذلك الطلب المتزايد.. ظهور أسواق على شبكة الإنترنت تعرض منتجات المنشآت المركزية وخدماتها. ويضيف نوكس قائلًا إن «سوق خدمات المختبرات المركزية يشهد نموًّا سريعًا. ولهذا.. أعتقد أنها سوف تتمتع بمستقبل اقتصادي جيد جدًّا». وقد زاد عدد العملاء الخارجيين للشركة في العامين الماضيين، وشمل ذلك العدد مصنِّعي العقاقير الطبية، وشركات التكنولوجيا الحيوية، والوكالات الحكومية، والمنظمات والجمعيات الخيرية غير الربحية، والباحثين الأكاديميين، والباحثين المستقلين، والمختبرات المركزية الأخرى. يقول نوكس: «لقد جاءنا باحثون من جميع قارات العالم، ومن بينها القارة القطبية الجنوبية، يطلبون إجراء تجاربهم».

وقد أسهَم ارتفاع الطلب ذلك في فتح الباب على مصراعيه أمام مجموعة متنوعة من البحوث التي يمكن للمختبرات المركزية المشاركة فيها، وهذا أحد الأسباب التي تجعل الباحثين العاملين بها يقولون إنهم يجدون عملهم هناك مثيرًا وجذابًا. يقول جرين: «تطرق أبوابَنا مشروعاتٌ يمكن أن توصف بأنها تمثل ضربًا من الجنون». ومن بين المشروعات الأكثر صعوبة وتحديًا، التي عمل بها، مشروع تَضَمَّن وضع خريطة مواضع مِثيلوم أحد الفيروسات. ويعلِّق جرين على ذلك المشروع قائلًا: «لقد تعلمتُ أن هناك مجالات كثيرة تتطلب تسلسل الحمض النووي، بدءًا من طب الأسنان، وانتهاء بعلم الأوبئة. وإنها لطريقة لطيفة للغاية في التعامل مع الكثير من الجوانب المختلفة للعلوم، التي لم يسبق لك مطلقًا أنْ عرفتَ بوجودها». ■

جولي چوولد محرِّرة صفحة الوظائف في دورية *Nature*، لندن.

التقدير المستحَق

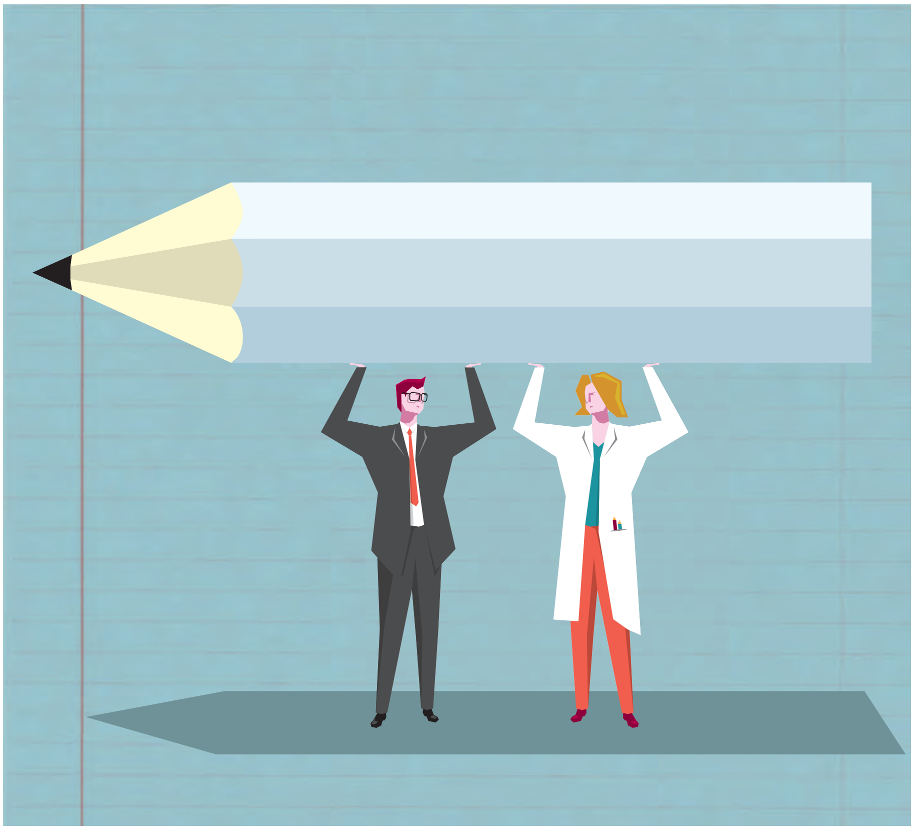
كيف تحصل على حقوق التأليف؟

يجب أن يتلقّى باحثو المنشآت والمختبرات المركزية الشكر والتقدير المناسب، نظير إسهامهم في بحوث العملاء. ويمكن أن يأخذ التعبير عن ذلك التقدير صورة الإشارة إلى عملهم في (صفحة الشكر والتقدير) التي تتصدر المطبوعة، وذلك عندما يكون الباحث ببساطة قد استفاد من خدمات المختبر المركزي، أو صورة الحصول على حق التأليف المشترك، عندما يكون أحد علماء تلك المختبرات قد شارك بدور كبير في تخطيط التجارب.

مِن بين الوسائل المستخدَمة للحصول على حق التأليف المشترك أنْ تصبح عضو هيئة تدريس في المؤسسة المضيفة. وهناك وسيلة أخرى، تتمثل في أن تكون باحثًا رئيسًا مشاركًا في إجراء البحوث الخاصة بعملاء المختبَر المركزي، كما يقول جيرد برينا، المدير المشارك في مركز علم الأحياء البنيوي بجامعة إلينوي في شيكاغو. وفي العام الماضي، شارك جيرد برينا في تأليف ورقة بحثية عن السلوك الافتراسي للبكتيريا (.G. Prehna, B. E. Ramirez and A. L. Lovering *PLoS ONE* **9**, e115390; 2014). يقول برينا عن هذه التجربة: «قمتُ بعمل جميع التجارب المطلوبة هنا في المختبر المركزي؛ حيث تم إجراء جميع الأعمال داخليًّا. وهذا مثال طيب على ما نقوم به. فقد تمكنتُ من التنسيق ما بين إجراء البحث، والمهام الموكلة إليّ في المنشأة المركزية، بحيث صارت المنفعة متبادلة».

إذا أراد عميل داخلي إجراء سلسلة من الدراسات بشأن جهاز أو أداة معينة، يقوم برينا بصياغة اتفاقية تعاون، لأنه ـ على حد قوله ـ «بدلًا من التفكير في كيفية قضاء ساعات العمل، سوف أقوم بتدريب طلابهم، وأصبح مؤلفًا مشاركًا». **جي چيَه**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ADAPTED FROM HONG LI/GETTY

التأليف

الثنـــائـــي الديــنــاميـــكـــي

تعاوُن الباحث العلمي مع كاتب محترف يضفي على الموضوعات العلمية روحًا أدبية.

روبيرتا كوك

إذا أظهر أي باحث على وجه الأرض استعداده الجيد لتأليف كتاب يحقق رواجًا، لَكَان باحثا علم الأعصاب، ستيفين ماكنيك وزوجته سوزانا مارتينيز كوند، في المقدمة. ومنذ عشر سنوات، دشَّن هذا الفريق الثنائي «مسابقة أفضل خدع العام السحرية» ـ وهي مسابقة تُقدّر الخدع السحرية، وغيرها من الخدع الإدراكية الأخرى. وفي عام 2007 – 2008، كتب الثنائي مقالتين بارزتين في دورية «ساينتفِك أمريكان»، وشرعا في كتابة عمود شهري على موقع هذه الدورية الإلكتروني، يستعرضان فيه علم أعصاب الخدع الإدراكية؛ فلَفَتَا انتباه القليل من شركات النشر، التي تواصلت معهم؛ بُغْيَةَ تأليف كتاب.

في تلك الأثناء، شعر الاثنان ـ اللذان يعملان الآن في «مركز نيويورك داون ستيت»، التابع لجامعة نيويورك الحكومية ـ بالتردد، حيث وجدا أن قلبيهما ينشرحان لفكرة كتابة مقالة مكوَّنة من ألفي كلمة؛ أما فكرة صياغة فصول من 8 آلاف كلمة، والربط بين أساليب السرد المتعددة، والتدرج في تأليف قالب متداخل، فهذا أمر يثير الخوف. يقول ماكنيك: « لم نكن وقتها نعلم أننا نستطيع أن نؤلف كتابًا».

بعدها، وفي أحد المؤتمرات، تقابل الاثنان مع دان أريلي ـ المؤلف، صاحب أكبر نسبة مبيعات، والباحث في علم الاقتصاد السلوكي في جامعة دوك في مدينة دورهام بولاية نورث كارولينا. وعرَّفهما على وكيل نشر أعماله، الذي اقترح عليهما بدوره التعاون مع الكاتبة العلمية المستقلة، ساندرا بلاكسلي، التي شاركت آخرين في تأليف كتب عديدة، ومن بينهم عالِم أعصاب مشهور.

وضع الثلاثة خطة لتأليف كتاب عن «عِلْم أعصاب الخدع السحرية»، ولَفَتَ المقترح انتباه عشرات الناشرين. وأخيرًا، استقر رأي الفريق على التعاون مع شركة «هنري هولت آند كومباني» ـ التي تعد جزءًا من شركة «ماكميلان للنشر»، التي تمتلك دورية «*Nature*». وعلى مدار الأشهر التسعة التالية، كتب الباحثان فقرات، يتراوح عدد كلماتها ما بين 500 كلمة، و2000 كلمة، ثم أرسلوها إلى بلاكسلي. وكانت بلاكسلي تطلب منهم شرحًا وافيًا وواضحًا، وتُرَاجِع النص، وتكتب أجزاء إضافية، وتجمع المقالات القصيرة.

ومن ثم، شهد عام 2010 إصدار كتاب «الحيل العقلية: ما يكشفه علم أعصاب الخدع السحرية عن الخدع الإدراكية اليومية» *Sleights of Mind: What the Neuroscience of Magic reveals About Our Everyday Deceptions*. ومع أن الكتاب لم يحقق نجاحًا تجاريًّا كاسحًا في الولايات المتحدة، إلا أنه حقَّق نسبة مبيعات معقولة في المملكة المتحدة وإسبانيا، كما أثار مزيدًا من النقاشات بين العلماء، وكُتبت عن مَتْنِه تعليقات إيجابية، كما نال جائزة واحدة؛ فعزَّز ذلك من ثقتهم في أنفسهم، ودفعهم الآن إلى تأليف كتابهم الثاني.

يتساءل كثيرون من العلماء المتشوقين لتأليف كتب على نحو مماثل، إذا كان بإمكانهم التأليف بشكل مستقل، أم لا. فعَقْد مشارَكة مع كاتب محترف ـ وفي الغالب يكون صحافيًّا علميًّا ـ يمكن أن يخفف من وطأة الضغوط، ويحسِّن من جودة النص الأصلي بصورة كبيرة. ويمكن أن يساعد الكُتَّاب في ترجمة المفاهيم المعقدة والمتخصصة للجمهور، وبناء سرد جذاب، وصَفّ عشرات الآلاف من الكلمات في تركيب بياني، كما أن كثيرين منهم أيضًا قادرون على القيام بشق كبير من الأبحاث الضرورية، كما يستطيع المؤلف المشارِك أن يشجع الباحث على الوفاء بجدول التسليم النهائي.

الحَسَن مع السيئ

ينطوي التأليف المشترك على تحديات.. فالباحث لن يوفر على نفسه الوقت بالضرورة، لأن العمل مع الكُتاب يتطلب نقاشات مطولة، ومراجعة كثير من المسودات، كما قد يختلف المؤلف المشارِك على الصياغة، أو التفاصيل المزمع إدراجها. إضافة إلى ذلك.. يحصل الكاتب المشارِك البارع على نظير مالي مرتفع، على عكس ما يتوقعه المؤلف عادة، حيث يضع ميزانية ثابتة، لا تزيد على ألفي دولار أمريكي. ومن الممكن أن يحصل على حصة من أرباح النشر، أو يطلب كلا الأمرين. ومع ذلك.. لا يزال من الممكن أن تكون هذه التجربة مثمرة، إنْ لم يكن مردودها مثمرًا جدًّا. ومن ثم، ينبغي على الباحثين السالكين ذلك الدرب ـ من أجل الحماية المثلى لمصالحهم، وتنظيم برنامج العمل وتيسيره ـ أن يختاروا كاتبًا مخضرمًا ذا شخصية متسقة ومتوازنة، وأن ينظموا جدول العمل، ويوزِّعوا الأدوار بوضوح قبل بداية المشروع، وأن يتأملوا سلبيات وإيجابيات التعاقد مع وكيل نَشْر، وأن ينسِّقوا مع محامٍ مختص لمراجعة بنود العقد.

بدايات قوية

إذا استعان الباحث بكاتب مشارِك في مرحلة مبكرة؛ يمكن للكاتب أن يساعد في إعداد مقترَح تأليف كتاب قادر على تحقيق مبيعات، فضلًا عن صياغة فصل مثير وجذاب كنموذج مبدئي. وعادةً ما يتلقى الكاتب مبلغًا يتراوح ما بين خمسة آلاف وعشرة آلاف دولار، نظير هذا العمل، الذي من الممكن أن يستغرق عدة أشهر. ورغم أن هناك باحثين قد يترددون في استثمار هذا المبلغ مرة واحدة، تعتمد الصفقة النهائية ـ والمُقدَّم المدفوع ـ على مدى قوة المقترح، لأن «هذا ما سيساعد على بيع الكتاب»، حسبما أفادت بلاكسلي.

من أجل العثور على مؤلف مشارك، يستطيع الباحثون أن يتواصلوا مع الصحافيين الذين أجروا مقابلة شخصية معهم، أو الذين تناولوا موضوعات شبيهة، أو الذين رشحهم الزملاء. أما الالتزام بأن يكون المرشح لهذه المكانة من ذوي الخبرة في التأليف، أو عدم الالتزام بذلك، ترى بلاكسلي أن الأمر ليس بالضرورة. أما زوجها، فيرى أنه على الباحثين أن يختاروا كاتبًا يملك سجلًّا قويًّا في تأليف الكتب، لأن مثل هذه المشروعات سيستهلك وقتًا، وسينطوي على شيء من الخطورة.

يقول توماس هايدن، أستاذ علوم الاتصالات في جامعة ستانفورد في كاليفورنيا، الذي شارك من قبل في تأليف كتابين: «إذا لم تكن أولى خيارات الباحثين متوفرة، يستطيع هؤلاء الكتاب أن يرشحوا خيارات أخرى. ويمكن للباحثين أيضًا أن يعلنوا عن حاجتهم لكُتّاب في المؤسسات التي تجمعهم، كالرابطة الوطنية الأمريكية للكُتّاب العلميين (www.nasw.org)، ورابطة الكُتّاب العلميين البريطانيين (www.absw.org.uk)». وتنصح ساندرا بأن يُجْرِي الباحث المؤلف مقابلة شخصية مع أربعة أو خمسة مرشحين، وأن يبحث عن الشخصية المناسبة، وأن يقيِّموا نماذج من أعمالهم؛ ليتأكدوا من دقتهم وموهبتهم. ولن تتضح قوة تنقيح عمل الكاتب على يد مراجع متخصص، ولكن ستساعد المقابلة الشخصية الباحث في الحكم على مدى ذكاء الكاتب وقدراته.

ليس دائمًا ما يكون الخيار الأفضل هو الكاتب الأشهر سُمْعة وصِيتًا، حسبما أفاد هايدن. ومن ثم، ينبغي على الباحث أن يعرف إذا كان الكاتب قد طرح أسئلة تقدح زناد الفكر في ◄

أثناء مقابلته، أو في المقابلات السابقة، أم لا. لذا.. يقول هايدن: «أنت ككاتب تحتاج إلى شخص يمتلك قدرة مكافئة لقدرتك على الولوج في أعماق المادة العلمية».

ينبغي أن يتفق الباحث والكاتب أيضًا على منهجية تناول موضوع الكتاب. وكان ذلك أمرًا مهمًّا لديفيد شبيجل هالتر، الباحث في علم الإحصاء في جامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة، الذي شارك في تأليف كتاب (The Norm Chronicles)، الصادر عن دار نشر «بروفايل» في عام 2013. وهو كتاب يتناول تقييم المخاطر في الحياة اليومية. وسَبَق أنْ تعاوَن مع مؤلفه المشارك والصحافي البريطاني، مايكل بلاستلاند، في إلقاء محاضرات عن كيفية التواصل من خلال المعلومات الإحصائية، وطَرَحَا معًا وجهة النظر القائلة إن الخبراء لا ينبغي أن يقللوا من قدرة الجمهور على فَهْم المخاطر. ومن هذا المنطلق، عندما قررا تأليف كتاب مع بعضهما البعض، أَيْقَنَا أنهما متفقان على منهج عرض الكتاب، حيث أرادا أن يحترما قدرة القارئ على فَهْم المخاطر، وأن يساعداه على تحقيق التوازن بين هذه القدرة الطبيعية والتفكير التحليلي؛ فاتسم التعاون بينهما بالسلاسة، وحاز الكِتاب على استحسان القراء، لتفاديه نبرة التعالي عليهم.

سيحتاج الباحث أيضًا إلى أن يتعاقد مع وكيل نشر، وهو عادةً ما يحصل على عمولة قدرها 15% من الناشر. وللعثور على هذا الوكيل، يستطيع الباحث أن يرجع إلى صفحات الشكر والتقدير في كتب شبيهة، أو أن يطلب من الباحثين المؤلفين أن يرشحوا أشخاصًا محددين. ويعرِض موقع (Publishers Marketplace) تقارير عن وكلاء النشر، الذين حققوا مبيعات مؤخرًا، ولا سيما مبيعات الكتب العلمية حول العالم.

يمكن لعملية تعاون وكيل النشر مع المؤلف المشارِك أن تبسِّط الأمور، من خلال تقليل مدة المفاوضات، وعدد الأشخاص المشاركين في اتخاذ القرارات، إلا أنها لا تخلو من المخاطر أيضًا. فإذا تداعت العلاقة بين الباحث والوكيل لاحقًا، ترجِّح مادلين موريل ـ وكيلة النشر في شركة «M Communications2» في نيويورك ـ أن الوكيل يميل إلى الطرف الأهم على الإطلاق، وهذا الطرف ربما يكون المؤلف نفسه. إضافة إلى ذلك.. ينبغي على الباحث أن يستعين بمحامٍ متخصص في إجراءات النشر؛ كي يتحقق من عَقْد التعاون، الذي من المفترَض أن ينص بوضوح على بعض النقاط المهمة، كالدُّفْعات المالية (انظر: «نصيب كل فرد»)، وذِكْر عبارات الشكر والتقدير على الغلاف، وتوزيع العمل، ومواعيد التسليم النهائية.

بعد إبرام العقد، والاستقرار على موضوع الكتاب، تبدأ مرحلة التنفيذ الفعلي. وأحيانًا ما يوفر الباحث أغلب الأفكار والموارد التي تتعلق بالمحتوى، مثل الموضوعات الفرعية التي ينبغي أن يتناولها كل فصل، وقائمة الدراسات البحثية، والمقالات، والمحاضرات المسجَّلة صوتًا وصورةً. وقد يقضي الباحث ساعات عديدة وهو يحاور الباحث؛ كي يتعرف على المفاهيم الأساسية، ويجمع نوادر الحكايات والقصص.

أما توزيع العمل، فيتباين تباينًا كبيرًا، كما يستطيع الكُتاب أن يستغلُّوا خبرتهم العلمية في عملية التعاقد.. فنجد أن ساندرا اكتسبت خبرة عمرها بما يزيد على العقدين في مجال علوم المخ، وعندما شرعت في العمل مع ماكنيك وزوجته، كانت أكثر استيعابًا لبعض المفاهيم العلمية العصبية، مثل الحيز المحيط بالجسم، الذي نستطيع الوصول إليه بذراعينا. ونظرًا إلى أن متابعة الأخبار جزء من عمل الصحافي، فمن المحبَّذ أن يكون الكاتب متابِعًا لأحدث الأبحاث المنشورة في موضوع الكتاب. هذه المهارة أبهرت دوجلاس إيملين ـ الباحث في علم الأحياء التطورية في جامعة مونتانا بمدينة ميسولا ـ عندما تعاون مع كارل تسيمر ـ المؤلف العلمي المقيم في مدينة جالفورد بولاية كونيتيكت ـ في تأليف كتاب «*Evolution: Making Sense of Life*»، الصادر عن دار نشر روبرتس في عام 2012. يقول إيملين: «لقد أتى بأمثلة لم تكن لتخطر على البال، ولو حتى بعد مليون سنة».

حتى إذا افترضنا أن الصحافي تقع على كاهله عمليات الكتابة كافة، فلا يجوز للباحث أن يتوقع من هذا الشخص أن ينتج الكتاب وحده. وفي هذا الصدد، تعلِّق كاثرين دولد ـ الكاتبة المستقلة في فروع العلوم والصحة المقيمة في مدينة بولد بولاية كولورادو ـ قائلةً إن «الكاتب لا يملك عصا سحرية». ويحتاج الكاتب ـ بالإضافة إلى مقابلة الباحث، كي يضع يديه على المفاهيم ونوادر القصص والحكايات ـ إلى تقييم دوري للفصول التي كتبها. وتُوصِي ساندرا بأنْ يلتقي المؤلفون المشاركون شخصيًّا بانتظام؛ من أجل العمل على الكتاب، والحفاظ على جسر التواصل بينهم، وضمان الوضوح في نقل المعلومات. أما إذا لعب الباحث دوره في النهاية فقط، فقد ينصَبّ تركيز المؤلف المشارك على النقاط التي لم يختَرْ تناولها، أو قد يغفل عن تناول موضوعات معينة.. لا يراها الباحث ذات أهمية.

من المهم أيضًا الالتزام بجدول زمني، لأن الجداول الزمنية لنشر الكتب تميل إلى أن تكون أقل مرونة من الجداول الزمنية التي يحبِّذ استخدمها أغلب الباحثين. وإذا تخلَّف شريك من الشركاء، قد يجد أعضاء الفريق الآخرون صعوبة في تعديل جداولهم الزمنية. ويجوز أن يلغي الناشر تأليف الكتاب، في حالة تأخر حصوله على متن الكتاب. وفي هذا المضمار، تبيَّن لشبيجل هالتر أن التعاون مع مؤلف مشارك ساعده على التقليل من عبارات المماطلة والتسويف، ويقول: «سيتعين عليك فقط أن تسير وفقًا للجدول الزمني». ولا شك أن العمل الجماعي من الأمور الفعالة جدًّا في تقدُّم سير العمل».

ينبغي أن يتوقع الباحثون ظهور خلافات، خاصة فيما يتعلق بالصياغة، أو المستوى المناسب من التفاصيل الفنية. ويتعين عليهم أن يتأكدوا من دقة النص، ولكن ينبغي أن يتعرفوا أيضًا على خبرة الكاتب في نقل المعلومات للقارئ البسيط. ويرى إيمْلين أن لَفْت انتباه القارئ بكتابة فصول مثيرة وجذابة يتطلب هدم الكثير من التقاليد المريحة التي اعتاد عليها، حيث نجد ـ على سبيل المثال ـ أن تسيمر يستخدم أفعال الحركة المبنية للمعلوم والجُمَل القصيرة استخدامًا أكثر من الذي اعتاد عليه إيمْلين.

يوضِّح موريل أنه إذا بدأ الشعور بأنّ العلاقة بين الباحث والمؤلف تتهاوى، فمن الأفضل إنهاؤها في أسرع وقت ممكن. ويجب أن تنص اتفاقية التعاون على بند فَسْخ التعاقد، الذي سيحدد عواقب هذا الأمر في حالة إنهاء المشارَكة. وقد يحتفظ الباحث بحقوق النشر الخاصة بالنص على سبيل المثال، بينما يحتفظ الكاتب بأي دفعات حصل عليها حتى وقت إنهاء المشارَكة.

يستطيع المؤلفون المشاركون المتناغمون فكريًّا أن يتفادوا مثل هذه العثرات. يقول إيمْلين إن تعاونه مع تسيمر في تأليف كتاب عن التطور كان بمثابة «الحلم»؛ حيث زوده إيمْلين بخلفية معلوماتية عميقة عن مجال موضوع الكتاب؛ وفي الوقت ذاته، نقل تسيمر هذه المادة العلمية للقارئ، مستخدمًا حكايات مشوقة، ولغة بسيطة ومباشرة. لذا.. يقول إيمْلين إنه قضى السنوات القليلة الماضية في إدراك مدى صعوبة تأليف كتاب ككتاب التطور. وفي نهاية المطاف، ومهما كانت عوائق رحلة التأليف المشترك، لا شك أن الطرفين يطمحان إلى تحقيق الهدف ذاته، ألا وهو تأليف كتاب قيِّم. لذلك.. تَصِفهما ساندرا بأنهما «شريكان في هذا العمل». ■

روبرتا كوك مؤلفة علمية حرة، تعيش في مدينة سياتل في واشنطن.

قرارات مالية

نصيب كل فرد



CLAIRE WELSH/NATURE

هناك العديد من نظم الدفع، التي يمكن أن يستقر عليها المؤلفون المشاركون. وتعتمد حصة المؤلف على مستوى خبرته، ومدى تعقيد المشروع، وتوزيع العمل، ونسبة المبيعات المتوقَّعة. وينبغي أن يضع العلماء نُصْب أعينهم أن الكُتّاب المستقلين لا يحصلون على رواتب مستقلة، وأنهم يستمدون مصدر رزقهم من التأليف والكتابة.

تقول كاثرين دولد ـ الكاتبة المستقلة في مجالات العلوم والصحة، والمقيمة في مدينة بولدر بولاية كولورادو، حيث أمضت 14 شهرًا تعمل بدوام كامل كمؤلف مشارك ـ إن «هذا الدخل هو ما يؤمِّن لي سداد الرهن السكني، ولا تظن أنني أمارس هذا العمل كشيء فرعي لا ضرورة له، أو للفوز بشهرته فقط».

هناك مؤلفون يطالبون برسوم ثابتة، تتراوح عادة ما بين 40,000 و200,000 دولار؛ وعادةً ما يدفع الباحث الرسوم من المبلغ المُقدَّم، أو من منحةٍ ما. وهناك مؤلفون مشاركون يطالبون بنسبة من الناشر، وعادةً ما يتراوح نصيب الكاتب ما بين 30%، و50% من المبلغ المقدَّم، وما بين 15%، و50% من حقوق التأليف.

ثمة أسلوب يمزج ما بين الرسوم الثابتة، وحصة أرباح الناشر، عادةً ما يخلق أفضل علاقة عمل على الإطلاق، وفقًا لقول توماس هايدن، المُحاضِر في علوم الاتصالات بجامعة ستانفورد بكاليفورنيا.

والكُتّاب الذين يتلقون سعرًا ثابتًا نظير أعمالهم، يقل عندهم حافز مساعدة المؤلف في تسويق الكتاب، ويكون هذا التسويق ـ على سبيل المثال ـ من خلال قنوات معينة، كإشهار الكتاب من خلال وسائل الإعلام، وكتابة صحفيين من دائرة المعارف مراجعة عن هذا الكتاب، بناءً على طلب المؤلفين.

وبصفة عامة، كلما قلَّ التقدير الذي يحصل عليه المؤلف؛ زادت أتعابه. ويجوز أن يطلب المؤلف أجرًا أكبر، إذا كان اسمه سيظهر بخط أصغر على غلاف الكتاب، مقارنةً باسم الباحث، أو إذا لم يُدرَج اسمه بالمرة على الغلاف (كما في حالة المؤلفين المجهولين). فوقتها يطالب بحصول جميع المؤلفين المشاركين على أتعاب مكافئة. والصحافي الشاب المتحمس لتأليف أول كتاب قد يقدِّم تنازلًا مقابل تخصيص قسم لشكره وتقديره على الغلاف، لكن المؤلفين المخضرمين الذين ألَّفوا العديد من الكتب قد لا يُقيمون قدرًا للشكر والتقدير، ويفضِّلون الحصول على حصة أكبر من العائد المادي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مسرد المصطلحات العلمية



PHOTODISC

Disclination	العيب الخطي المُخِلّ بالتماثل الدوراني
MXenes	المواد الكهروكيميائية النشطة ثنائية الأبعاد، «مكسينات»
NMR-readable nanosensors	مستشعِرات الرنين النووي المغناطيسي النانوية القابلة للقراءة
Sea Star - Asteroidea - Star Fish	نجم البحر

A

Acanthodians	القرشيات الشوكية (طائفة من السَّمَك الفكّيّ المنقرض)
Alliance for Regenerative Medicine	تَحَالُف الطب التجديدي
Antimicrobial Resistance	مقاوَمة مضادات البكتيريا
Arrhythmia	عدم انتظام ضربات القلب
Autoinducers	المستحثات الذاتية

B

Brittle Star	نجم البحر الهش

C

Charge coupled devices (CCDs)	الأجهزة مقترنة الشحنة
CHARGE syndrome	الاضطراب الخلقي المركَّب ـ متلازمة "تشارْج"
Code Literate Scientist	علماء الترميز الحاسوبي
Coder	مبرمِج
Command Line	خط الأوامر
Complementary metal oxide semiconductor	مستشعرات أشباه موصلات أكسيد المعدن المكمل
Cosmic Dust Analyser (CDA)	مُحلِّل الغبار الكوني
CRISPER/CAS9	تقنية التحرير الجيني (كريسبر/كاس 9)
Cryo-electron microscopy	مجهرية إلكترون العيِّنة المبرَّدة
Cryptographers	خبراء التشفير

D

Dementia	الخَرَف
Diamond anvil cell	خلية سندان الماس
Diffraction patterns	أنماط حيود
Disclination	العيب الخطي المُخِلّ بالتماثل الدوراني
DNA Methylation	مثيلة الحمض النووي
DNA Snippets	قصاصات الحمض النووي
D-wave superconductivity	التوصيل الفائق للموجة دال

E

Electrical abnormalities	الشذوذ الكهربي
Electromagnetic stimulation	التحفيز الكهرومغناطيسي
Electron energy loss spectroscopy (EELS)	التحليل الطيفي لفقد الطاقة الإلكتروني

F

Ferroic order parameter	معاملات التراصّ الحديدي
Ferromagnet	مغناطيس حديدي
Ferroptosis	الموت المبرمج الحديدي للخلايا
Flow cytometry	قياس التدفق الخلوي

G

Gated microchannel plate photomultiplier	قنوات تضاعف الضوء القرصية الميكروية
Genetic Mosaicism	الفسيفساء الجينية
Glypicans	بروتيوجليكانات كبريتات الهيبارين
Green xenophobia	فوبيا الدخلاء على البيئة

H

Hard water	المياه العَسِرَة
Hermit Crab	السرطان الناسك
Herpesviruses	الفيروسات الهيربيسية
Hippocampal neurons	الخلايا العصبية الحصينية
Homochirality	تجانس عدم التناظر المرآتي
Homomophic Encryption	التشفير التماثلي
Hyperbolic geometry	هندسة القَطْع الزائد

I

Immunotherapy	علاج مناعي
Inflationary Universe	التضخم الكوني
Innate lymphoid cells	الخلايا الليمفاوية الفطرية
Intracluster medium	الوسط الحشدي الداخلي
Ischaemia reperfusion injury	مرض نقص تروية القلب

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

L

Limpet	البَطْلِينوس
Liver Cirrhosis	تليُّف الكبد

M

Magnetic resonance spectroscopy	التحليل الطيفي بالرنين المغناطيسي
Malariology	عِلْم الملاريا
Martian Environment	بيئة المريخ
Murine norovirus (MNV)	الفيروس المعوي "مورين نورو"
MXenes	المواد الكهروكيميائية النشطة ثنائية الأبعاد، "مكسينات"
Myopia	قِصَر نظر
Mythography	تأريخ الأساطير

N

Nano-structured materials	مواد ذات تركيبة نانُويّة
NMR-readable nanosensors	مستشعِرات الرنين النووي المغناطيسي النانوية القابلة للقراءة
Non atomic particles	الجسيمات دون الذَّرِّيَّة
Nudibranchs	عاريات الخشوم

O

Osteichthyan	عصر السَّمَك العَظْمِيّ المبكر

P

Palaeogeneticist	أخصائي الوراثة القديمة
Permafrost	تربة صقيعية
Pharmacokinetics	علم الحركة الدوائي
Photoelectro chemical energy	الكيمياء الكهروضوئية
Piezoelectricity	الكهربائية الضغطية
Plantation management	إدارة المَزَارِع
Pleiotropy	متعدد الأثر الجيني
Poliomyelitis	شلل الأطفال
Positron annihilation	إفناء البوزيترون
Pseudocubic	شبه المكعب
Pulmonary alveolar proteinosis (PAP)	الداء البروتيني السنخي الرئوي

Q

Quantum tomography	التصوير المقطعي الكَمِّي

R

Radioactive decay of minerals	التحلل الإشعاعي للمعادن
Regulatory pep-tides	الببتيدات التنظيمية
Retinal detachment	انفصال الشبكية

S

Sea Star - Aster-oidea - Star Fish	نجم البحر
Segmented fila-mentous bacterium	البكتيريا الخيطية المجزأة
Selective serotonin reuptake inhibitors	مثبطات إعادة امتصاص السيروتونين الانتقائية
SemiSWEET	البروتينات الناقلة للسكر بالبكتيريا
Source Code	كود المصدر
Spatial Curvature of the Universe	تِبيان الانحناء المكاني
Spin-polarized current	تيار مستقطب باللف المغزلي
Spintronics	الإلكترونيات المغزلية
Steady State Universe	دوام الحالة المستقرة للكون لفريد هويل
Superior colliculus	الأُكَيمَة العُلْوِيَّة
Suprachiasmatic nucleus	النواة فوق التصالبية
SWEET	البروتينات الناقلة للسكر

T

Tauopathy	أمراض بروتين تاو العصبية
Temperate Forests	غابات معتدلة
The Moon Age and Regolith Explorer (MARE)	مقترح استكشاف عُمْر القمر، والحطام الصخري
Translational Research	البحث العلمي المتعدي، القابل للتطبيق
Transpiration	النَّتْح

U

Unimodular gravity	الجاذبية أحادية النموذج
US National Institutes of Health's Recombinant DNA Advisory Committee	اللجنة الاستشارية المعنيَّة بالحمض النووي المهجَّن، التابعة لمعاهد الصحة الوطنية الأمريكية

V

VERITAS (Venus Emissivity, Radio Science, InSAR Topography and Spectroscopy) missi	بعثة "فِيريتاس". ويرمز الاسم إلى قياس قدرة الكوكب الانبعاثية، ودراسة الطوبوغرافيا
Vernalization	التنشيط بالبرودة
Vortex Theory	نظرية الدوّامة لكلفن

Z

Zinc-finger nuclease	إنزيم نيوكلييز إصبع الزنك

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البيضة

كل ما تَبَقَّى

إس. بي. ديفيا



ILLUSTRATION BY JACEY

في زاوية الغرفة الغارقة في ظلام الليل، استقرت البيضة بجانب الأريكة.. على مِنَصّتها، كتمثال عصري منحوت. كان طنينها الخافت هو الصوت الوحيد الذي يصدر من الشقة، ومؤشرها الأخضر هو مصدر الضوء الوحيد. كانت الشاشة الموجودة في مقدمة الشكل البيضاوي مظلمة، لا تكشف عن المخلوق المتشكِّل جزئيًا، الراقد داخلها.

كان هناك شيء على ما لا يرام. فالشاشة لم تنطفئ قط، ولاسيما وهي هنا، لكنها رحلت الآن. انسلَّت في هدوء وبلا ضجيج، تمامًا كما عاشت.

«أَتَعِدُني؟»، سألت بصوت خشن، حيث انتشرت روائح المطهر والعفن في مسامّها. «أتعدني أن تُبْقِيها دون توقف؟».

أجاب كاذبًا: «أَعِدك. لا تقلقي». وقبض بيد واحدة على أقراصه في جيبه.

في النهاية، تحوَّلت إلى جلد وعظم. وأمست يدها القابضة عليه مخلبًا ورقيّ الملمس. كانت دومًا نحيلة. وكان يصفها بالهزال عندما التقيا أول مرة، فكانت ترد عليه بأنه «غبي». لم تكن بارعة في السِّباب قط. كانا يبلغان من العمر ست سنوات، وغمرتهما مشاعر الحب لاحقًا، وتبعها مرض السرطان بفترة وجيزة.

تلقَّت علاجًا في المرة الأولى، حيث فاض جزيء مصمَّم خصيصًا في جسدها، عازِلًا الخلايا القاتلة.

قالت، بعد أن عاودتها الآمال مجددًا: «لننجب طفلًا!».

أجابها: «لننجب طفلين»، وابتسما كالبُلَهاء، وأَقْدَمَا على تلك التجربة.

بعدها بفترة وجيزة.. اكتشفا أن الجزيء الذي أبقاها على قيد الحياة كان بمثابة السم لأيّ جنين. وأنفقا ما تبقَّى من إرثهما على البيضة.. والهرمونات، والمستخلصات، وعمليات التخصيب.

وَعَدَ الخبراء بأن الطفل: «سيكون جزءًا منكِ، لا محالة».

تَرَكَتْهم يسجِّلون نبضاتها وأصوات أحشائها؛ بغية إعادة تشغيلها. واستخدم الاثنان الميكروفون يوميًّا لتحفيز طبلات الأذن الوليدة. وردَّدت أغانيها المفضلة وهي تستحم. وعزف هو القيثارة، وقرأ مجلات الطهي بصوت عالٍ. حَدَّقا في الشاشة بذهول وعجب، وطالعاها وهي تتحول من فرخ إلى كائن فضائي. وتحوَّل مقعد الأريكة ـ الأقرب إلى البيضة ـ إلى حفرة عميقة.

تسلَّل الورم السرطاني الثاني بهدوء وبشراسة، بينما انشغلا بمسألة الإنجاب. كانت بحاجة إلى جزيء آخر مصمَّم خصيصًا لهذا الغرض، لكن حالتها كانت قد تأخرت. وكانت الأموال التي يمكن أن تنقذها قد أنفقاها على الإنجاب، فجرب الأطباء السموم العتيقة؛ فخارت قواها، ولم يستقر شيء في معدتها، وتساقط شعرها، لكنها ـ مع ذلك ـ لم تَكُف يومًا عن الإنشاد للبيضة.

راقبها وهي تستند إلى المنصة أسطوانية الشكل، وتتكئ بجبهتها على الشكل البيضاوي الدافئ، فأَحَبَّها أكثر وأكثر.

قال لها: «يا لجمالك!».

ابتسمَتْ ابتسامة باهتة، وأسنانها بارزة في وجهها الذي أمسى أشبه بجمجمة حية.

وقالت: «لم تكذب عليّ من قبل قط».

ردَّ قائلًا: «ولا أكذب عليكِ الآن».

أنهكها السرطان الثاني بسرعة. بدت الشقة على هيئتها السابقة، عندما انطلقا إلى المستشفى ليومين، لكن شيئًا لم يكن على حاله. شَعَّ الضوء الخافت لأضواء المدينة حول حواف الستار، فخضَّب الغرفة بلون أحادي. أصدرت البيضة وميضًا، وكأنها تستدعيه. اتجه نحوها بصعوبة وببطء، وكأنه عجوز تعثر في طرف البساط — البساط الذي اختاراه معًا؛ لتوسيد قدمَي الرضيع الواهنتيْن، وركبتيْه اللتين تعلوهما نقرات طبيعية غائرة.

مَدَّ يده المرتعشة، وقام بتشغيل الشاشة. بدا الجنين إنسانًا بالكامل تقريبًا، ولو أن رأسه كان أكبر من اللازم، وجسده نحيلًا جدًّا، تمامًا كما بدت هي خلال الأيام الأخيرة من حياتها. تحرَّكت يده من تلقاء نفسها، متنقلة بين شاشات القائمة، ومنغمسة أكثر بحثًا على ذاك الخيار الدفين الذي يأتي مدمجًا بكل بيضة. ومرّت أصابعه على لوحة الأرقام.

همَس قائلًا: «آسف أيها الصغير! لم يكن من المفترض أن تكون هذه هي النهاية. كنت أتمنى... يا ليتني...». تنهَّد مضيفًا: «لا أستطيع أن أقوم بذلك وحدي، ولم يعد لديك أحد غيري أنا، العذر القبيح لأب».

سَحَب يده، وقال: «انتظِر. لنفعل ذلك معًا. أستطيع أن أُسْدِي لك هذا الصنيع».

قام، واتجه نحو المطبخ. بدت خطواته أخفّ الآن، بعد أن اتخذ قراره. ملأ كأسه بالماء بالقدر الكافي؛ لابتلاع بضعة أقراص. وبينما عاد أدراجه إلى البيضة، وضع يده في جيبه، وأخرج الأقراص. لمعت الأقراص الصغيرة كالماسات في كفه.

اتكأ على البيضة، كما كانت هي تتكئ تمامًا، وأغمض عينيه... «إنكَ لم تكذب عليّ من قبل قط»، تردَّدَ صدى كلماتها في جمجمته، وتسللت دمعةٌ رغمًا عنه من عينه، وشقت طريقها على قسمات وجهه. كانت تلك الدمعة بمثابة الثقب الصغير في اليد... ثقب صغير في جسد كبير... وشعر بكل حزنه يضغط على هذه الجسد، ثم يخترقه.

تتابعت دموعه كموجات متلاحقة، وأحاط البيضة الدافئة بذراعيه، متعلقًا بها، وكأنها طوق نجاة في خضم العاصفة. سقط الكأس وكذلك الأقراص من يديه.. ونسيها في خضم طوفان المشاعر التي اجتاحته. ومرت فترة طويلة جدًّا قبل أن ترتخي عضلاته من فرط الإنهاك، ويغلبه النعاس، وجسده مُلقًى حول منصة البيضة. انتقلت قائمة النظام بهدوء وبتلقائية إلى شاشة البداية، وأظلمت الشاشة مجددًا. ■

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

إس. بي. ديفيا حائزة على درجة علمية في مجال علم الأعصاب الحوسبي ومعالجة الإشارات العصبية. وديفيا مهندسة، وربة منزل، ومؤلفة روايات قصيرة. وهي تحرص أيضًا على التدوين على الموقع التالي: www.eff-words.com. وهذه القصة مهداة لذكرى صديقها كيفن كاناي جريفيث (24 مارس - 17 أكتوبر، 2014).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



nature
الطبعة العربية

رائدة العلوم في العالم العربي
متـاحـةٌ الآن للجميــع ..



توفير العلوم للمجتمع

لقد كانت مهمتنا دومًا إيجاد سُبُل جديدة ومبتكرة لمشارَكة أحدث الاكتشافات في مجال العلوم، وتطوير النقاش بين المجتمع العلمي العالمي. وتُعَدّ دوريّة *Nature* الطبعة العربية ـ سواء أكانت المطبوعة، أم الإلكترونية، أم التي يمكن تحميلها على الهواتف الذكية ـ بمنزلة مُنْتَدَاك الخاص لقراءة الأبحاث الرئيسة، ومشاهدتها، والاستماع إليها، والمشاركة فيها.

اخْتَرْ وَسِيلَتك المفضَّلة لمتابعة

Nature الطبعة العربية

ARABICEDITION.NATURE.COM

Follow us on:

ANDROID APP ON Google play | Available on the App Store

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

nature publishing group npg